МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИСПЫТАНИЕ И КОНТРОЛЬ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра физической электроники (ФЭ)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	2

Томск

Согласована на портале № 64410

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Освоение студентами методов испытаний и контроля изделий электронной техники и анализа основных физико-химических процессов, приводящих к отказам разрабатываемых изделий.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основ теории испытаний изделий электронной техники.
2. Развитие способностей по разработке и использованию методов контроля изделий электронной техники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.02.02.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПКР-12. Готов 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	ПКР-12.1. Знает принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов	Знает принципы планирования эксперимента изделий твердотельной электроники на основе информационно-измерительных комплексов
	ПКР-12.2. Умеет планировать экспериментальные работы	Умеет составлять план экспериментальных работ и применять методы автоматизации эксперимента
	ПКР-12.3. Владеет навыками постановки и проведения эксперимента	Владеет практическими навыками планирования, постановки и проведения экспериментальных работ

Согласована на портале № 64410

ПКР-13. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ПКР-13.1. Знает методы и оборудование при выполнении экспериментальных работ	Знает методы проведения испытаний и контроля изделий электронной техники
	ПКР-13.2. Умеет планировать экспериментальные работы с применением современных средств и методов	Умеет планировать эксперимент и осуществлять выборочный контроль
	ПКР-13.3. Владеет навыками организации и постановки экспериментальных работ	Владеет навыками навыками организации и постановки экспериментальных работ на испытательном оборудовании
ПКР-14. Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПКР-14.1. Знает предмет и проблематику областей научных исследований	Знает проблематику испытаний и контроля изделий твердотельной электроники
	ПКР-14.2. Умеет делать научно-обоснованные выводы по результатам исследований	Умеет делать научно-обоснованные выводы по результатам экспериментальных исследований на основе анализа отечественного и зарубежного опыта
	ПКР-14.3. Владеет методиками теоретического и экспериментального анализа для решения практических задач в предметной области	Владеет методиками теоретического и экспериментального анализа по результатам исследований изделий электронной техники

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к зачету	25	25
Подготовка к тестированию	15	15
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	32	32
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в

Согласована на портале № 64410

таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Основы теории надежности изделий электронной техники	2	4	16	22	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
2 Отказы интегральных схем	4	2	13	19	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
3 Ускоренные испытания на надежность	4	4	13	21	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
4 Радиационная стойкость и радиационные испытания интегральных схем	4	4	16	24	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
5 Ускоренные испытания изделий космической техники	4	4	14	22	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
Итого за семестр	18	18	72	108	
Итого	18	18	72	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Основы теории надежности изделий электронной техники	Основные понятия классической статистической теории надежности. Свойства надежности. Количественные показатели надежности. Оценка и пути повышения надежности интегральных микросхем. Методы оценки надежности. Оценка надежности по результатам испытаний интегральных схем. Тестовые методы оценки надежности.	2	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
	Итого	2	

Согласована на портале № 64410

2 Отказы интегральных схем	Дефекты, повреждения, отказы. Анализ отказов интегральных схем. Назначение отказов. Этапы анализа отказов интегральных схем. Организация и обеспечение анализа отказов интегральных схем. Основные виды и причины отказов интегральных схем. Объемные отказы. Поверхностные отказы. Контактные отказы. Отказы, вызванные нарушением условий применения интегральных схем в радиоэлектронной аппаратуре. Пути повышения качества и надежности интегральных схем. Эксплуатационные воздействия и требования к надежности интегральных схем.	4	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
	Итого	4	
3 Ускоренные испытания на надежность	Ускоренные испытания интегральных схем. Расчет средней оценки экспериментальной интенсивности отказов. Расчет экспериментальной интенсивности отказов с использованием статистики. Расчет усредненной оценки интенсивности отказов с использованием коэффициентов.	4	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
	Итого	4	
4 Радиационная стойкость и радиационные испытания интегральных схем	Эффекты, вызванные дефектами смещения в кремниевых приборах. Коэффициент повреждения. Радиационные эффекты в биполярных транзисторах и интегральных схемах. Сбой из-за одиночных частиц. Эффект усиления дозы. Радиационные эффекты в резисторах и полупроводниковых приборах. Механизмы отказов в приборах. Радиационные эффекты при облучении приборов быстрыми нейтронами. Общие проблемы разработки радиационно стойких интегральных схем. Рекомендации по повышению радиационной стойкости интегральных микросхем. Испытания изделий полупроводниковой электроники на радиационную стойкость.	4	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
	Итого	4	
5 Ускоренные испытания изделий космической техники	Задачи ускоренных испытаний. Основные понятия и определения, используемые при ускоренных испытаниях. Схемы ускоренных испытаний. Методы определения режимов ускоренных испытаний.	4	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Согласована на портале № 64410

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Основы теории надежности изделий электронной техники	Законы распределения случайных величин	2	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
	Показатели надежности изделий микроэлектроники	2	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
	Итого	4	
2 Отказы интегральных схем	Процессы деградации элементов изделий микроэлектроники	2	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
	Итого	2	
3 Ускоренные испытания на надежность	Ускоренные испытания на долговечность	4	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
	Итого	4	
4 Радиационная стойкость и радиационные испытания интегральных схем	Методы планирования испытаний изделий микроэлектроники на надежность	2	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
	Прогнозирование надежности изделий микроэлектроники	2	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
	Итого	4	
5 Ускоренные испытания изделий космической техники	Методы расчета надежности устройств электронной техники	4	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				

Согласована на портале № 64410

1 Основы теории надежности изделий электронной техники	Подготовка к зачету	5	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Зачёт
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	8	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	16		
2 Отказы интегральных схем	Подготовка к зачету	5	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Зачёт
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	5	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	13		
3 Ускоренные испытания на надежность	Подготовка к зачету	5	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Зачёт
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	5	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	13		
4 Радиационная стойкость и радиационные испытания интегральных схем	Подготовка к зачету	5	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Зачёт
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	8	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	16		
5 Ускоренные испытания изделий космической техники	Подготовка к зачету	5	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Зачёт
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	6	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	14		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины,

Согласована на портале № 64410

и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПКР-12	+	+	+	Зачёт, Тестирование, Отчет по практическому занятию (семинару)
ПКР-13	+	+	+	Зачёт, Тестирование, Отчет по практическому занятию (семинару)
ПКР-14	+	+	+	Зачёт, Тестирование, Отчет по практическому занятию (семинару)

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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 конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Зачёт	0	0	30	30
Тестирование	10	10	10	30
Отчет по практическому занятию (семинару)	10	20	10	40
Итого максимум за период	20	30	50	100
Нарастающим итогом	20	50	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 64410

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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник / А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов, О. Л. Шестопалова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1108-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93594.

7.2. Дополнительная литература

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

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. 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, 2019. – 59 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/254412e5ce44/f/Смирнов_СВ_-_ФОНИТЭ.pdf.

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций,

Согласована на портале № 64410

текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. 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, 117 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Установка совмещения и экспонирования ЩА-310;
- Установка для нанесения фоторезиста;
- Электронный микроскоп УЭМВ-100К;
- Дистиллятор воды;
- Лабораторное оборудование и приборы: микроскоп МБС-9, микроскоп стерео МС-1, микроинтерферометр МИИ-4, химическая посуда, реактивы;
- Учебная доска;
- Проектор Benq;
- Ноутбук ASUS;
- Экран для проектора;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. 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.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.4. 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 зрения** предусмотрено использование в

Согласована на портале № 64410

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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Основы теории надежности изделий электронной техники	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
2 Отказы интегральных схем	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
3 Ускоренные испытания на надежность	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
4 Радиационная стойкость и радиационные испытания интегральных схем	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 64410

5 Ускоренные испытания изделий космической техники	ПКР-12, ПКР-13, ПКР-14	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.

Согласована на портале № 64410

3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Экспериментальное определение количественных свойств ИС это?
   а) система испытаний;
   б) метод испытаний;
   в) испытание;
   г) контроль.
2. Совокупность правил применения определенных принципов при испытаниях?
   а) система испытаний;
   б) метод испытаний;
   в) испытание;
   г) контроль.
3. Что такое определительные испытания?
   а) определение количественных показателей надежности;
   б) определение качественных показателей надежности;
   в) определение режимов испытаний;
   г) определение ресурса работы.
4. Какие виды контроля ИС относятся к разрушающим?
   а) определение герметичности;
   б) измерение электрических параметров;
   в) определение предельно-допустимых параметров изделий;
   г) контроль внешнего вида.
5. Что такое граничные испытания?
   а) определение режимов испытаний;
   б) определение времени испытаний;
   в) определение предельно-допустимых параметров изделий;
   г) определение условий эксплуатации изделий.
6. Какой вид контроля используют в условиях серийного производства ИС?
   а) сплошной контроль;
   б) выборочный контроль;
   в) разовый контроль;
   г) индивидуальный контроль.
7. Какой вид контроля используется при мелкосерийном производстве?
   а) сплошной контроль;
   б) выборочный контроль;
   в) разовый контроль;
   г) индивидуальный контроль.
8. Какой вид испытаний применяется для контроля стабильности производства ИС?
   а) квалификационные;
   б) типовые;
   в) периодические;

Согласована на портале № 64410

г) приемо-сдаточные.

9. Цель технологических испытаний ИС?
   а) контроль процесса производства ИС;
   б) отбраковка потенциально-ненадежных ИС;
   в) контроль надежности;
   г) контроль качества.
10. Законы Вейбулла, нормальный закон, экспоненциальный закон это?
   а) законы испытаний;
   б) законы належности ИС;
   в) законы распределения случайных величин;
   г) законы степени интеграции.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Планирование испытаний.
2. Выборочные и ускоренные испытания.
3. Испытания изделий на устойчивость к спецвоздействиям.
4. Гарантийные обязательства поставщика изделий.
5. Служба надежности в научно-исследовательских организациях и промышленных предприятиях.
6. Расчет надежности отдельных изделий и систем.
7. Деградация изделий твердотельной электроники в процессе эксплуатации и испытаний.
8. Радиационная стойкость изделий.
9. Основные виды радиационных воздействий и источники излучений.
10. Космические радиационные воздействия.
11. Радиационные дефекты в конструкционных материалах.
12. Методы испытаний изделий на радиационную устойчивость.
13. Методы расчета радиационной стойкости.
14. Методы обеспечения высокой надежности изделий твердотельной электроники.
15. Прогнозирование надежности.

9.1.3. Темы практических занятий

1. Законы распределения случайных величин
2. Показатели надежности изделий микроэлектроники
3. Процессы деградации элементов изделий микроэлектроники
4. Ускоренные испытания на долговечность
5. Методы планирования испытаний изделий микроэлектроники на надежность
6. Прогнозирование надежности изделий микроэлектроники
7. Методы расчета надежности устройств электронной техники

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании

Согласована на портале № 64410

изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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
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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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:

Согласована на портале № 64410

– 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 № 64410

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ
протокол № 103 от «31» 10 2019 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. ФЭ	В.В. Каранский	Согласовано, c2e55ae8-0332-4ed9-a65a-afbb92539ee8
Заведующий кафедрой, каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ФЭ	С.В. Смирнов	Разработано, 57c2a753-1aab-4c62-b975-6090adf83285

Согласована на портале № 64410