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 УР
_____Сенченко П.В.
«26» _____10_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электроника, наноэлектроника и микросистемная техника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**
Кафедра: **Передовая инженерная школа (ПИШ)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	72	часов
	2	2	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 26.10.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 75598

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Освоение студентами методов оценки надежности электронных средств и анализа основных физико-химических процессов, приводящих к деградации разрабатываемых изделий.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основ теории надежности изделий электронной техники.
2. Развитие способностей по применению методов оценки надежности изделий.
3. Формирование знаний о современных методах испытаний на надежность, с использованием современных технологий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (hard skills – HS).
Индекс дисциплины: Б1.О.02.03.
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		
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы, основы математического моделирования и законы логики	Знает физические основы причин деградации электронных компонентов в навесном и интегральном исполнении
	ОПК-1.2. Умеет выявлять и формулировать проблемы и противоречия на естественнонаучном уровне, формулировать пути их решения, применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Умеет выявлять и формулировать проблемы, влияющие на надежность изделий электронной техники
	ОПК-1.3. Владеет навыками использования системного подхода для решения задач профильной предметной области	Владеет навыками использования системного подхода для решения задач повышения надежности электронных средств

Согласована на портале № 75598

ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ОПК-4.1. Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации объектов профессиональной деятельности с использованием систем автоматизированного проектирования	Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронных средств с учетом надежности, используя системы автоматизированного проектирования
	ОПК-4.2. Умеет выбирать пакеты прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности	Умеет выбирать пакеты прикладных программ для решения задач надежности электронных средств
	ОПК-4.3. Владеет современными программными средствами моделирования, проектирования и конструирования объектов профессиональной деятельности	Владеет современными программными средствами моделирования, проектирования и конструирования объектов электронной техники
Профессиональные компетенции		
ПК-3. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знает основные модели жизненного цикла проекта элементов и устройств электроники и наноэлектроники, его этапы и фазы, их характеристики и особенности применения	Знает основные модели жизненного цикла устройств электроники и наноэлектроники, его этапы и фазы, их характеристики и особенности применения
	ПК-3.2. Умеет разрабатывать и реализовывать этапы проекта в сфере профессиональной деятельности	Умеет разрабатывать и реализовывать этапы проекта в сфере твердотельной электроники
	ПК-3.3. Владеет навыками работы в области проектной деятельности и реализации проектов	Владеет навыками работы в области проектной деятельности и реализации проектов в сфере твердотельной электроники

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 2 зачетных единиц, 72 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
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36

Согласована на портале № 75598

Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Подготовка к зачету с оценкой	17	17
Подготовка к тестированию	19	19
Общая трудоемкость (в часах)	72	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	2	2

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 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
1 семестр					
1 Основы теории надежности изделий электронной техники. Методы испытаний на надежность и методы расчетов надежности	4	4	6	14	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
2 Физико-химические причины появления отказов изделий твердотельной электроники	2	2	6	10	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
3 Деградация электрических и оптических параметров изделий твердотельной электроники в процессе эксплуатации	4	2	6	12	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
4 Физические основы микромеханических разрушений изделий твердотельной электроники	4	2	6	12	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
5 Радиационная стойкость электронных средств	2	4	6	12	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
6 Проектирование и обеспечение высокой надежности интегральных компонентов	2	4	6	12	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

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
1 семестр			

Согласована на портале № 75598

1 Основы теории надежности изделий электронной техники. Методы испытаний на надежность и методы расчетов надежности	Методы оценки и расчета надежности. Математическая теория надежности и статистические методы. Критерии надежности изделий: безотказность, работоспособность, долговечность, сохраняемость, живучесть. Виды надежности и количественные показатели отказов. Планирование испытаний: выборочные и ускоренные. Испытания на устойчивость к специальным воздействиям. Гарантийные обязательства поставщиков. Служба надежности в научно-исследовательских организациях и промышленных предприятиях. Расчет надежности отдельных изделий и систем	4	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	Итого	4	
2 Физико-химические причины появления отказов изделий твердотельной электроники	Количественные показатели отказов и виды отказов. Физико-химические процессы в твердотельной электронике, влияющие на срок службы и работоспособность изделий	2	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	Итого	2	
3 Деградация электрических и оптических параметров изделий твердотельной электроники в процессе эксплуатации	Влияние диффузии и электродиффузии на срок службы изделий в твердотельной электронике. Роль дефектов в процессах деградации изделий и их образование в полупроводниковых структурах. Кластеризация и трансформация дефектов в твердотельной электронике	4	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	Итого	4	
4 Физические основы микромеханических разрушений изделий твердотельной электроники	Теории разрушения материалов в современной науке. Процессы медленного роста трещин и их влияние на долговечность изделий. Механогидролитические механизмы разрушения материалов Фрагментация структуры материалов в процессе разрушения и ее последствия. Методы повышения устойчивости изделий к разрушению в твердотельной электронике. Влияние механических напряжений на конструкционные элементы в твердотельной электронике	4	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 75598

5 Радиационная стойкость электронных средств	Источники радиационных воздействий и их классификация. Воздействие космической радиации на материалы и изделия. Радиационные дефекты и их влияние на свойства материалов. Методы испытаний изделий на устойчивость к радиационным воздействиям. Расчет радиационной стойкости материалов и конструкций	2	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	Итого	2	
6 Проектирование и обеспечение высокой надежности интегральных компонентов	Создание новых материалов и изделий для обеспечения высокой надежности твердотельной электроники. Прогнозирование надежности изделий твердотельной электроники. Методы обеспечения высокой надежности изделий твердотельной электроники	2	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

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
1 семестр			
1 Основы теории надежности изделий электронной техники. Методы испытаний на надежность и методы расчетов надежности	Законы распределения случайных величин	2	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	Показатели надежности изделий микроэлектроники	2	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	Итого	4	
2 Физико-химические причины появления отказов изделий твердотельной электроники	Процессы деградации элементов изделий микроэлектроники	2	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	Итого	2	
3 Деградация электрических и оптических параметров изделий твердотельной электроники в процессе эксплуатации	Методы планирования испытаний изделий микроэлектроники на надежность	2	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	Итого	2	
4 Физические основы микромеханических разрушений изделий твердотельной электроники	Ускоренные испытания на долговечность	2	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	Итого	2	
5 Радиационная стойкость электронных средств	Методы расчета надежности устройств микроэлектроники	4	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 75598

6 Проектирование и обеспечение высокой надежности интегральных компонентов	Прогнозирование надежности изделий микроэлектроники	4	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3
	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
1 семестр				
1 Основы теории надежности изделий электронной техники. Методы испытаний на надежность и методы расчетов надежности	Подготовка к зачету с оценкой	3	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	3	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Тестирование
	Итого	6		
2 Физико-химические причины появления отказов изделий твердотельной электроники	Подготовка к зачету с оценкой	2	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Тестирование
	Итого	6		
3 Деградация электрических и оптических параметров изделий твердотельной электроники в процессе эксплуатации	Подготовка к зачету с оценкой	3	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	3	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Тестирование
	Итого	6		
4 Физические основы микромеханических разрушений изделий твердотельной электроники	Подготовка к зачету с оценкой	3	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	3	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Тестирование
	Итого	6		
5 Радиационная стойкость электронных средств	Подготовка к зачету с оценкой	3	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	3	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Тестирование
	Итого	6		

Согласована на портале № 75598

6 Проектирование и обеспечение высокой надежности интегральных компонентов	Подготовка к зачету с оценкой	3	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	3	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Тестирование
	Итого	6		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, 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.	
ОПК-1	+	+	+	Зачёт с оценкой, Тестирование
ОПК-4	+	+	+	Зачёт с оценкой, Тестирование
ПК-3	+	+	+	Зачёт с оценкой, Тестирование

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
1 семестр				
Зачёт с оценкой	15	15	20	50
Тестирование	15	15	20	50
Итого максимум за период	30	30	40	100
Нарастающим итогом	30	60	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

Согласована на портале № 75598

Оценка	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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Левин, Борис Рувимович. Теория надежности радиотехнических систем (математические основы) [Текст] : учебное пособие / Б. Р. Левин ; ред. Т. М. Бердичевская . - М. : Советское радио, 1978. - 263 с. : табл., рис. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Тимошенков, С. П. Основы теории надежности : учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 445 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/511353 .

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.
2. Теория надежности: Методические указания для проведения практических занятий / В. Г. Козлов - 2012. 5 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1272.

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.

Согласована на портале № 75598

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, 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. 47, 232 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Камера;
- Микрофон;
- Тумба для докладчика;
- Магнитно-маркерная доска - 2 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Microsoft Office Standard 2013;
- Microsoft Windows;

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, 209 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

Согласована на портале № 75598

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 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. Методы испытаний на надежность и методы расчетов надежности	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Физико-химические причины появления отказов изделий твердотельной электроники	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Деградация электрических и оптических параметров изделий твердотельной электроники в процессе эксплуатации	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Физические основы микромеханических разрушений изделий твердотельной электроники	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Радиационная стойкость электронных средств	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Проектирование и обеспечение высокой надежности интегральных компонентов	ОПК-1, ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

Согласована на портале № 75598

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.
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

Согласована на портале № 75598

1. Что такое надежность изделия?
   а) качество изделия;
   б) дизайн изделия;
   в) свойство изделия;
   г) состояние изделия.
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 течение 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. 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.
8. Какой математический закон положен в основу ускоренных испытаний?
   а) закон нормального распределения;
   б) закон Гаусса;
   в) закон Мура;
   г) закон Аррениуса.
9. Что такое граничные испытания?
   а) определение режимов испытаний;
   б) определение времени испытаний;
   в) определение предельно-допустимых параметров изделий;
   г) определение условий эксплуатации изделий.
10. 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

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

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.

Согласована на портале № 75598

5. Виды надежности. Отказы.

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 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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

Согласована на портале № 75598

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 № 75598

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 2 от «20» 10 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Ю.В. Шульгина	Согласовано, ea49db22-c3de-481e-88a5-479145e4aa44
Доцент, каф. КУДР	И.В. Кулинич	Согласовано, d2a0f42b-ed8d-43b9-8776-2e1f79c72b0a

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. КУДР	И.В. Кулинич	Разработано, d2a0f42b-ed8d-43b9-8776-2e1f79c72b0a

Согласована на портале № 75598