

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенов Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**НАДЕЖНОСТЬ И РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ  
И МИКРОСХЕМ**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**

Направленность (профиль) / специализация: **Интегральная фотоника и оптоэлектроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи»  
(ПИШ)**

Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2023 года (индивидуальный учебный план, гр. 943-М-инд1)

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности          | 3 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                 | 18        | 18    | часов   |
| Практические занятия               | 18        | 18    | часов   |
| Самостоятельная работа             | 36        | 36    | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 72        | 72    | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 2         | 2     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Зачет с оценкой                | 3       |

Томск

## 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: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.03.03.

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 |
|---|-----------------------------------|---|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |   |
| -                                       | -                                 | -   |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |   |
| -                                       | -                                 | -   |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |                                   |   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| ПК-4. Способен использовать методы исследования и управления процессом разработки и создания объектов профессиональной деятельности | ПК-4.1. Знает математический аппарат фотоники для анализа, описания и исследования устройств и систем фотоники и оптоэлектроники  | Знает принципы проведения анализа и описания устройств и систем фотоники и оптоэлектроники |
|   | ПК-4.2. Умеет применять навыки численного анализа, компьютерного моделирования и проектирования, а также основные принципы теории разработки устройств и систем интегральной фотоники и оптоэлектроники.  | Применяет навыки анализа и расчета систем интегральной электроники и оптоэлектроники       |
|   | ПК-4.3. Владеет готовностью пользоваться математическим аппаратом в области фотоники для анализа, описания и исследования устройств и систем фотоники и оптоэлектроники применительно к прикладным задачам передачи, преобразования и приема информации | Владеет математическим аппаратом в области фотоники  |

**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  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 3 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 36          | 36        |
| Лекционные занятия  | 18          | 18        |
| Практические занятия  | 18          | 18        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 36          | 36        |
| Подготовка к зачету с оценкой   | 24          | 24        |
| Подготовка к тестированию   | 12          | 12        |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 72          | 72        |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 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 |
|---|--------------|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>3 семестр</b>  |              |               |              |                            |                         |
| 1 Основы теории надежности изделий электронной техники. Методы испытаний на надежность и методы расчетов надежности | 4            | 4             | 6            | 14                         | ПК-4                    |
| 2 Физико-химические причины появления отказов изделий твердотельной электроники                                     | 2            | 6             | 6            | 14                         | ПК-4                    |
| 3 Деграация электрических и оптических параметров изделий твердотельной электроники в процессе эксплуатации         | 4            | -             | 6            | 10                         | ПК-4                    |
| 4 Физические основы микромеханических разрушений изделий твердотельной электроники                                  | 4            | 2             | 6            | 12                         | ПК-4                    |
| 5 Радиационная стойкость электронных средств  | 2            | -             | 6            | 8                          | ПК-4                    |
| 6 Проектирование и обеспечение высокой надежности интегральных компонентов  | 2            | 6             | 6            | 14                         | ПК-4                    |
| 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 |
|---|--|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>3 семестр</b>  |  |                                      |                         |
| 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                                    | ПК-4                    |
|   | 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  | ПК-4 |
|  | 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  | ПК-4 |
|  | 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  | ПК-4 |
|  | Итого   | 4  |      |
| 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  | ПК-4 |
|  | 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  | ПК-4 |
|  | 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 |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| <b>3 семестр</b>  |   |                 |                         |
| 1 Основы теории надежности изделий электронной техники. Методы испытаний на надежность и методы расчетов надежности | Понятие надежности  | 2               | ПК-4                    |
|   | Задачи в проблеме обеспечения надежности  | 2               | ПК-4                    |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 2 Физико-химические причины появления отказов изделий твердотельной электроники                                     | Модели оценки показателей качества и надежности                                 | 6               | ПК-4                    |
|   | Итого   | 6               |                         |
| 4 Физические основы микромеханических разрушений изделий твердотельной электроники                                  | Расчет надежности преобразователя линейного ускорения микроэлектромеханического | 2               | ПК-4                    |
|   | Итого   | 2               |                         |
| 6 Проектирование и обеспечение высокой надежности интегральных компонентов  | Испытания, контроль, ускоренные испытания                                       | 6               | ПК-4                    |
|   | Итого   | 6               |                         |
| 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  |
|---|-------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| <b>3 семестр</b>  |                               |                 |                         |                 |
| 1 Основы теории надежности изделий электронной техники. Методы испытаний на надежность и методы расчетов надежности | Подготовка к зачету с оценкой | 4               | ПК-4                    | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2               | ПК-4                    | Тестирование    |
|   | Итого                         | 6               |                         |                 |

|  |                               |    |      |                 |
|--|-------------------------------|----|------|-----------------|
| 2 Физико-химические причины появления отказов изделий твердотельной электроники                              | Подготовка к зачету с оценкой | 4  | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
|  | Подготовка к тестированию     | 2  | ПК-4 | Тестирование    |
|  | Итого                         | 6  |      |                 |
| 3 Деградация электрических и оптических параметров изделий твердотельной электроники в процессе эксплуатации | Подготовка к зачету с оценкой | 4  | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
|  | Подготовка к тестированию     | 2  | ПК-4 | Тестирование    |
|  | Итого                         | 6  |      |                 |
| 4 Физические основы микромеханических разрушений изделий твердотельной электроники                           | Подготовка к зачету с оценкой | 4  | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
|  | Подготовка к тестированию     | 2  | ПК-4 | Тестирование    |
|  | Итого                         | 6  |      |                 |
| 5 Радиационная стойкость электронных средств   | Подготовка к зачету с оценкой | 4  | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
|  | Подготовка к тестированию     | 2  | ПК-4 | Тестирование    |
|  | Итого                         | 6  |      |                 |
| 6 Проектирование и обеспечение высокой надежности интегральных компонентов                                   | Подготовка к зачету с оценкой | 4  | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
|  | Подготовка к тестированию     | 2  | ПК-4 | Тестирование    |
|  | Итого                         | 6  |      |                 |
| Итого за семестр   |                               | 36 |      |                 |
| Итого  |                               | 36 |      |                 |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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. |                               |
| ПК-4                    | +                         | +          | +         | 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 |
|------------------|--|---|---|------------------|
| <b>3 семестр</b> |  |   |   |                  |
| 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

| 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  | E (посредственно)       |
|                                      | 60 – 64  |                         |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Бочкарев, С. В. Диагностика и надежность автоматизированных систем : учебное пособие / С. В. Бочкарев, А. И. Цаплин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — 485 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/160311>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 289 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/539826>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

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>.

2. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7867>.

#### 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**

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, 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**

Учебно-научная лаборатория микроэлектроники и фотоники: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 226/2 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Панель интерактивная со встраиваемым ПК

Анализатор спектра DSA832E. Rigol 3 шт.

Анализатор цепей векторный S50180, Планар

Источник – измеритель B2902B, Keysight Technologies

Источник питания постоянного тока DP831A.Rigol 3 шт.

Монитор 27" 3 шт.

Монитор MSI 27" Pro MP271 3 шт.

МФУ лазерное

Ноутбук 15.6 3 шт.

Системный блок 1 4 шт.

Стенд исследовательский для измерения базовых величин и характеристики оптический

Стол рабочий СР-14-7 в сборке 1 5 шт

- 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, 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 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 | ПК-4                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 2 Физико-химические причины появления отказов изделий твердотельной электроники                                     | ПК-4                    | 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 | ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|  |      | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 4 Физические основы микромеханических разрушений изделий твердотельной электроники                           | ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|  |      | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 5 Радиационная стойкость электронных средств   | ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|  |      | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 6 Проектирование и обеспечение высокой надежности интегральных компонентов                                   | ПК-4 | 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

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |   |  |
|----------------------------|--|---|---|--|
|                            |  | знать   | уметь   | владеть  |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(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<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , 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<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.   |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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 <b>системном</b> 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. 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.
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

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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ  
протокол № 7 от « 4 » 6 2024 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                          | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ПИШ    | А.Г. Лоцилов      | Согласовано,<br>55af61de-b8ed-4780-<br>9ba6-8adedc18f4ec |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ | А.Г. Лоцилов      | Согласовано,<br>55af61de-b8ed-4780-<br>9ba6-8adedc18f4ec |
| Начальник учебного управления      | И.А. Лариошина    | Согласовано,<br>c3195437-a02f-4972-<br>a7c6-ab6ee1f21e73 |

### ЭКСПЕРТЫ:

|  |               |  |
|--|---------------|--|
| Заместитель директора по образованию, каф.<br>Передовая инженерная школа "Электронное<br>приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева | Ю.В. Шульгина | Согласовано,<br>ea49db22-c3de-481e-<br>88a5-479145e4aa44 |
| Доцент, каф. Передовая инженерная школа<br>"Электронное приборостроение и системы связи" им.<br>А.В. Кобзева                               | А.С. Перин    | Согласовано,<br>a0f1668d-d020-4ff4-<br>9a8a-4ff4e15b36fe |

### РАЗРАБОТАНО:

|  |               |  |
|--|---------------|--|
| Доцент, каф. Передовая инженерная школа<br>"Электронное приборостроение и системы связи" им.<br>А.В. Кобзева | И.В. Кулинич  | Разработано,<br>d2a0f42b-ed8d-43b9-<br>8776-2e1f79c72b0a |
| Преподаватель, каф. КУДР   | И.О. Макскуль | Разработано,<br>04785434-ba9b-46f3-<br>bb8c-741454260cc1 |