

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Теоретические основы конструирования и надёжности радиоэлектронных средств**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

Направленность (профиль): **Конструирование и технология нанoeлектронных средств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**

Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**

Курс: **3**

Семестр: **5**

Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности   | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|-----------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                      | 36        | 36    | часов   |
| 2 | Практические занятия        | 36        | 36    | часов   |
| 3 | Лабораторные занятия        | 20        | 20    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий    | 92        | 92    | часов   |
| 5 | Самостоятельная работа      | 52        | 52    | часов   |
| 6 | Всего (без экзамена)        | 144       | 144   | часов   |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36        | 36    | часов   |
| 8 | Общая трудоемкость          | 180       | 180   | часов   |
|   |                             | 5.0       | 5.0   | 3.Е     |

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 2015-11-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол №\_\_\_\_\_.

Разработчики:

доцент каф. КИПР \_\_\_\_\_ Озеркин Д. В.

Заведующий обеспечивающей каф.  
КИПР

\_\_\_\_\_ Карабан В. М.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ \_\_\_\_\_ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф.  
КУДР

\_\_\_\_\_ Лоцилов А. Г.

Эксперты:

профессор кафедра КИПР \_\_\_\_\_ Масалов Е. В.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основными положениями теории надежности радиоэлектронной аппаратуры и методами обеспечения надежности.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Основная задача теории надежности состоит в выявлении и математическом описании такого закона распределения, который отражал бы с высокой степенью достоверности объективную действительность.

–

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретические основы конструирования и надёжности радиоэлектронных средств» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Прикладная механика, Схемо- и системотехника электронных средств, Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств.

Последующими дисциплинами являются: Технология производства электронных средств.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-5 готовностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные положения теории надежности для проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого электронного средства; некоторые методы исследований, проектирования и проведения экспериментальных работ для объектов профессиональной деятельности с точки зрения теории надежности.

– **уметь** проводить элементарные инженерные расчеты, необходимые в дальнейшем для осуществления технического контроля и управления качеством изделий, продукции и услуг;

– **владеть** навыками схемотехнического моделирования для разработки обобщенных вариантов решения проблемы, анализа этих вариантов, прогнозирования последствий, нахождения компромиссных решений.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности                     | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 5 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                    | 92          | 92        |
| Лекции  | 36          | 36        |
| Практические занятия                          | 36          | 36        |
| Лабораторные занятия                          | 20          | 20        |
| Самостоятельная работа (всего)                | 52          | 52        |
| Оформление отчетов по лабораторным работам    | 16          | 16        |
| Проработка лекционного материала              | 9           | 9         |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 27          | 27        |
| Всего (без экзамена)                          | 144         | 144       |

|                               |     |     |
|-------------------------------|-----|-----|
| Подготовка и сдача экзамена   | 36  | 36  |
| Общая трудоемкость час        | 180 | 180 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 5.0 | 5.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| № | Названия разделов дисциплины   | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов<br>(без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Основные понятия и определения теории надежности                                       | 4      | 0                    | 0                   | 1                      | 5                             | ПК-5                    |
| 2 | Виды объектов, виды состояний объектов и характеристики состояний объектов             | 4      | 0                    | 0                   | 1                      | 5                             | ПК-5                    |
| 3 | Количественные характеристики надежности   | 4      | 12                   | 0                   | 10                     | 26                            | ПК-5                    |
| 4 | Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин          | 4      | 4                    | 0                   | 4                      | 12                            | ПК-5                    |
| 5 | Выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности           | 4      | 0                    | 0                   | 1                      | 5                             | ПК-5                    |
| 6 | Расчет надежности по внезапным отказам   | 4      | 16                   | 0                   | 13                     | 33                            | ПК-5                    |
| 7 | Надежность резервированных систем  | 4      | 4                    | 0                   | 4                      | 12                            | ПК-5                    |
| 8 | Испытания на надежность  | 4      | 0                    | 8                   | 7                      | 19                            | ПК-5                    |
| 9 | Статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации | 4      | 0                    | 12                  | 11                     | 27                            | ПК-5                    |
|   | Итого  | 36     | 36                   | 20                  | 52                     | 144                           |                         |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|-------------------|---|-----------------|-------------------------|
| 5 семестр         |   |                 |                         |

|  |  |   |      |
|--|--|---|------|
| 1 Основные понятия и определения теории надежности                                       | Понятие надежности. Свойства, характеризующие надежность: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.  | 4 | ПК-5 |
|  | Итого  | 4 |      |
| 2 Виды объектов, виды состояний объектов и характеристики состояний объектов             | Понятия восстановления, технического обслуживания и ремонта. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые, обслуживаемые и не обслуживаемые, ремонтируемые и неремонтируемые объекты. | 4 | ПК-5 |
|  | Итого  | 4 |      |
| 3 Количественные характеристики надежности   | Показатели безотказности. Набор показателей безотказности для различных видов объектов. Показатели безотказности невосстанавливаемых изделий.                                    | 4 | ПК-5 |
|  | Итого  | 4 |      |
| 4 Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин          | Распределение Пуассона. Нормальное распределение времени безотказной работы при постепенных отказах.   | 4 | ПК-5 |
|  | Итого  | 4 |      |
| 5 Выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности           | Выбор номенклатуры показателей надежности.   | 4 | ПК-5 |
|  | Итого  | 4 |      |
| 6 Расчет надежности по внезапным отказам   | Нормирование значений величин вероятности безотказной работы и интенсивности отказов. Коэффициент нагрузки ЭРЭ.  | 4 | ПК-5 |
|  | Итого  | 4 |      |
| 7 Надежность резервированных систем  | Методы и средства повышения надежности РЭС. Виды резервирования. Кратность резервирования, дублирование. Классификация резерва в зависимости от режима работы.                   | 4 | ПК-5 |
|  | Итого  | 4 |      |
| 8 Испытания на надежность  | Виды и планы испытаний на надежность при проектировании, производстве и эксплуатации изделий. Контрольные выборочные испытания на надежность по методы однократной выборки.      | 4 | ПК-5 |
|  | Итого  | 4 |      |
| 9 Статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации | Доверительные вероятности, доверительные интервалы и методы исключения грубых ошибок измерения при определении статистических  | 4 | ПК-5 |

|                  |                           |    |  |
|------------------|---------------------------|----|--|
|                  | характеристик надежности. |    |  |
|                  | Итого                     | 4  |  |
| Итого за семестр |                           | 36 |  |

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| №                         | Наименование дисциплин                                   | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                           |  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Предшествующие дисциплины |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                         | Прикладная механика                                      | +   | + |   |   |   |   |   |   |   |
| 2                         | Схемо- и системотехника электронных средств              |   |   |   |   |   | + | + |   |   |
| 3                         | Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств | +   | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины    |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                         | Технология производства электронных средств              |   |   |   |   |   |   |   | + | + |

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

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

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий |                      |                      |                        | Формы контроля   |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|------------------------|--|
|             | Лекции       | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |  |
| ПК-5        | +            | +                    | +                    | +                      | Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Опрос на занятиях |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

### 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов  | Содержание лабораторных работ  | Трудоемкость,<br>ч | Формируемые<br>компетенции |
|--|--|--------------------|----------------------------|
| <b>5 семестр</b>   |  |                    |                            |
| 8 Испытания на надежность  | Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 1 - Предварительный этап   | 4                  | ПК-5                       |
|  | Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 2 – Реализация вычислительного эксперимента  | 4                  |                            |
|  | Итого  | 8                  |                            |
| 9 Статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации | Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭА по методу Монте-Карло. Часть 1 - Статистическое исследование по методу Монте-Карло в системе MathCAD  | 4                  | ПК-5                       |
|  | Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭА по методу Монте-Карло. Часть 2 - Статистическое исследование по методу Монте-Карло в системе MicroCAP | 4                  |                            |
|  | Обработка статистических данных  | 4                  |                            |
|  | Итого  | 12                 |                            |
| Итого за семестр   |  | 20                 |                            |

### 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов                          | Содержание практических занятий  | Трудоемкость,<br>ч | Формируемые<br>компетенции |
|--|--|--------------------|----------------------------|
| <b>5 семестр</b>                           |  |                    |                            |
| 3 Количественные характеристики надежности | Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Частота отказов | 4                  | ПК-5                       |
|  | Средняя наработка до первого отказа. Нарбот-ка на отказ                | 4                  |                            |
|  | Параметр потока отказов  | 4                  |                            |

|   |   |    |      |
|---|---|----|------|
|   | Итого   | 12 |      |
| 4 Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин | Количественные характеристики надежности для распространенных законов распределения случайных величин | 4  | ПК-5 |
|   | Итого   | 4  |      |
| 6 Расчет надежности по внезапным отказам  | Определение наработки на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий                           | 4  | ПК-5 |
|   | Расчет интенсивности отказов и частоты отказов для определенного момента времени                      | 4  |      |
|   | Определение интенсивностей отказов элементов РЭА в зависимости от условий работы                      | 4  |      |
|   | Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов        | 4  |      |
|   | Итого   | 16 |      |
| 7 Надежность резервированных систем   | Методы расчета надежности резервированных систем  | 4  | ПК-5 |
|   | Итого   | 4  |      |
| Итого за семестр  |   | 36 |      |

### 9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов  | Виды самостоятельной работы                   | Трудоемкость ч | Формируемые компетенции | Формы контроля  |
|--|---|----------------|-------------------------|---|
| 5 семестр  |   |                |                         |   |
| 1 Основные понятия и определения теории надежности                           | Проработка лекционного материала              | 1              | ПК-5                    | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен                   |
|  | Итого   | 1              |                         |   |
| 2 Виды объектов, виды состояний объектов и характеристики состояний объектов | Проработка лекционного материала              | 1              | ПК-5                    | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен                   |
|  | Итого   | 1              |                         |   |
| 3 Количественные характеристики надежности                                   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3              | ПК-5                    | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен |
|  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3              |                         |   |



|   |   |    |      |   |
|---|---|----|------|---|
|   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3  |      |   |
|   | Проработка лекционного материала              | 1  |      |   |
|   | Итого   | 10 |      |   |
| 4 Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3  | ПК-5 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен |
|   | Проработка лекционного материала              | 1  |      |   |
|   | Итого   | 4  |      |   |
| 5 Выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности  | Проработка лекционного материала              | 1  | ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен                   |
|   | Итого   | 1  |      |   |
| 6 Расчет надежности по внезапным отказам  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3  | ПК-5 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен |
|   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3  |      |   |
|   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3  |      |   |
|   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3  |      |   |
|   | Проработка лекционного материала              | 1  |      |   |
|   | Итого   | 13 |      |   |
| 7 Надежность резервированных систем   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3  | ПК-5 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен |
|   | Проработка лекционного материала              | 1  |      |   |
|   | Итого   | 4  |      |   |
| 8 Испытания на надежность   | Проработка лекционного материала              | 1  | ПК-5 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен    |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 3  |      |   |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 3  |      |   |
|   | Итого   | 7  |      |   |
| 9 Статистические характеристики   | Проработка лекционного материала              | 1  | ПК-5 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос                         |

|  |  |    |                      |
|--|--|----|----------------------|
| надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4  | на занятиях, Экзамен |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3  |                      |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3  |                      |
|  | Итого                                      | 11 |                      |
| Итого за семестр   |  | 52 |                      |
|  | Подготовка к экзамену                      | 36 | Экзамен              |
| Итого  |  | 88 |                      |

## 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
| 5 семестр                     |  |   |   |                  |
| Домашнее задание              | 5  | 5   | 5   | 15               |
| Защита отчета                 | 5  | 10  | 10  | 25               |
| Конспект самоподготовки       | 5  | 5   | 5   | 15               |
| Опрос на занятиях             | 5  | 5   | 5   | 15               |
| Итого максимум за период      | 20   | 25  | 25  | 70               |
| Экзамен                       |  |   |   | 30               |
| Нарастающим итогом            | 20   | 45  | 70  | 100              |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный | Оценка (ECTS) |
|--------------|--|---------------|
|--------------|--|---------------|

|                                 |                |                         |
|---------------------------------|----------------|-------------------------|
|                                 | экзамен        |                         |
| 5 (отлично) (зачтено)           | 90 - 100       | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)            | 85 - 89        | B (очень хорошо)        |
|                                 | 75 - 84        | C (хорошо)              |
|                                 | 70 - 74        | D (удовлетворительно)   |
| 65 - 69                         |                |                         |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 60 - 64        | E (посредственно)       |
|                                 | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Теория надежности: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1274>, свободный.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Основы теории надежности. Практикум: Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 557 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Основы теории надежности. Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 702 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

### 12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Теория надежности для специальности 210201: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1716>, свободный.
2. Теория надежности: Лабораторный практикум / Озеркин Д. В. - 2012. 133 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1356>, свободный.

### 12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. ГОСТ 21317-87 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Методы испытаний на надежность
2. ГОСТ 25359-82 Изделия электронной техники. Общие требования по надежности и методы испытаний
3. ГОСТ CISPR 14-2-2016 Электромагнитная совместимость. Требования для бытовых приборов, электрических инструментов и аналогичных аппаратов. Часть 2. Помехоустойчивость. Стандарт для группы однородной продукции

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Автоматизированное рабочее место инженера-конструктора (12 шт.).
- Серверная станция (1 шт.).
- Ноутбук ASUS A6JC (1 шт.).
- Принтер ч/б Xerox Phaser 3125 (1 шт.).
- Принтер цветной HP Color LJ 3600 (1 шт.).
- Мультимедийный проектор Toshiba TDPT350 (1 шт.).
- Сканер Mustek P3600 (1 шт.).

## 14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

## 15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Теоретические основы конструирования и надёжности радиоэлектронных средств**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

Направленность (профиль): **Конструирование и технология нанoeлектронных средств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**

Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**

Курс: **3**

Семестр: **5**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:

– доцент каф. КИПР Озеркин Д. В.

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код  | Формулировка компетенции   | Этапы формирования компетенций  |
|------|--|---|
| ПК-5 | готовностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств | <p>Должен знать основные положения теории надежности для проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого электронного средства; некоторые методы исследований, проектирования и проведения экспериментальных работ для объектов профессиональной деятельности с точки зрения теории надежности. ;</p> <p>Должен уметь проводить элементарные инженерные расчеты, необходимые в дальнейшем для осуществления технического контроля и управления качеством изделий, продукции и услуг;;</p> <p>Должен владеть навыками схемотехнического моделирования для разработки обобщенных вариантов решения проблемы, анализа этих вариантов, прогнозирования последствий, нахождения компромиссных решений.;</p> |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии     | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы   |
| Хорошо (базовый уровень)  | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области                                   | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования  | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |

|  |                                   |  |                                |
|--|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| Удовлетворительный (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |
|--|-----------------------------------|--|--------------------------------|

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-5

ПК-5: готовностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов                | Должен знать современные естественнонаучные проблемы, стоящие перед разработчиками радиоэлектронной аппаратуры.  | Должен уметь выявлять технические противоречия, возникающие при проектировании радиоэлектронной аппаратуры.  | Должен владеть физико-математическим аппаратом для решения задач обеспечения надежности технических систем.   |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>  |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul> |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать  | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------|--|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• знает теоретические основы детерминированного и вероятностного описания внешних и внутренних дестабилизирующих факторов, возникающих при изготовлении, эксплуатации, транспортировании и</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет грамотно обосновывать выбор схемно-конструктивных решений РЭС, удовлетворяющих требованиям исходных технических заданий и условиям технологии производства;</li> <li>• умеет выполнять теоретические расчеты,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет набором схемно-конструктивных решений для нахождения путей повышения надёжности РЭС в процессе конструирования, изготовления и эксплуатации изделий;</li> <li>• владеет методами математического</li> </ul> |

|                          |   |   |  |
|--------------------------|---|---|--|
|                          | <p>хранении РЭС;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знает теорию защиты РЭС от внешних и внутренних дестабилизирующих факторов (воздействий температуры, вибраций, ударов, линейных ускорений и акустических шумов);</li> <li>• знает принципы диагностики РЭС и теоретически обосновывает классические положения теплообмена, механики и надёжности;</li> <li>• знает теорию оптимизации процессов конструирования и технологии производства РЭС с учетом взаимосвязанных эксплуатационных воздействий;</li> <li>• знает методы математического моделирования электрических, тепловых и механических процессов, протекающих в конструкциях РЭС;</li> </ul> | <p>основанные на классических положениях теплообмена и механики с применением электротеплового и электромеханического моделирования на ЭВМ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализирует результаты моделирования и теоретических расчётов с целью принятия мер по практическому повышению надёжности РЭС с учётом взаимосвязанных внешних и внутренних электрических, механических и тепловых воздействий;</li> <li>• умеет строить диаграммы диагностики схем и конструкций РЭС, а также на их основе рассчитывает системы тепло- и виброзащиты;</li> </ul> | <p>моделирования на ЭВМ тепловых и механических режимов электрорадиоэлементов и материалов несущих конструкций РЭС;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет методами решения задач со случайным разбросом параметров конструкций РЭС с применением теории вероятностей и статистики;</li> </ul>                 |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• разбирается в теории детерминированного и вероятностного описания внешних и внутренних дестабилизирующих факторов, возникающих при изготовлении, эксплуатации, транспортировании и хранении РЭС;</li> <li>• знает предпосылки для защиты РЭС от внутренних дестабилизирующих факторов;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет выбирать схемно-конструктивных решения РЭС, удовлетворяющие требованиям исходных технических заданий;</li> <li>• умеет выполнять теоретические расчеты, основанные на классических положениях теплообмена и механики;</li> <li>• умеет моделировать и теоретически рассчитывать</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет методами решения задач со случайным разбросом параметров конструкций РЭС с применением теории вероятностей и статистики;</li> <li>• владеет несколькими методами математического моделирования на ЭВМ тепловых и механических режимов электрорадиоэлементов РЭС;</li> </ul> |

|                                       |   |   |  |
|---------------------------------------|---|---|--|
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• разбирается в диагностике РЭС;</li> <li>• знает некоторые процессы конструирования и технологии производства РЭС с учетом взаимосвязанных эксплуатационных воздействий;</li> <li>• разбирается в методах математического моделирования электрических, тепловых и механических процессов, протекающих в конструкциях РЭС;</li> </ul>  | <p>конструкции РЭС с целью принятия мер по практическому повышению их надёжности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет строить диаграммы диагностики схем и конструкций РЭС;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет несколькими методами решения задач со случайным разбросом параметров конструкций РЭС;</li> </ul>  |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• знает различия между детерминированным и вероятностным описанием внешних и внутренних дестабилизирующих факторов, возникающих при изготовлении, эксплуатации, транспортировании и хранении РЭС;</li> <li>• знает основные определения внешних и внутренних дестабилизирующих факторов: воздействие температуры, вибрации, удары, линейные ускорения, акустических шумов;</li> <li>• знает о взаимосвязи эксплуатационных воздействий РЭС;</li> <li>• знает электрические, тепловые и механические процессы, протекающие в конструкциях РЭС;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет выбирать схемно-конструктивные решения РЭС;</li> <li>• умеет выполнять отдельные теоретические расчеты надежности РЭС;</li> <li>• умеет моделировать конструкции РЭС с учётом электрических воздействий;</li> <li>• умеет строить диаграммы диагностики схем;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет наиболее простым способом повышения надёжности РЭС в процессе конструирования;</li> <li>• владеет простейшим навыком математического моделирования на ЭВМ тепловых режимов электрорадиоэлементов РЭС;</li> <li>• владеет простейшим навыком математического моделирования на ЭВМ тепловых режимов электрорадиоэлементов РЭС;</li> </ul> |

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта



деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

### **3.1 Вопросы на самоподготовку**

- Тема №1. Классификация факторов, влияющих на надежность. Временные параметры, характеризующие надежность. Основные сведения о расчете надежности.
- Тема №2. Виды состояний объектов. Отказ. Виды отказов. Дефект.
- Тема №3. Показатели безотказности восстанавливаемых изделий. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Показатели ремонтпригодности.
- Тема №4. Распределение времени безотказной работы по закону Релея. Распределение времени безотказной работы по закону Вейбулла.
- Тема №5. Задание требований по надежности.
- Тема №6. Определение интенсивностей отказов элементов РЭО в зависимости от условий работы. Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов.
- Тема №7. Классификация резервирования по способам включения, по методам включения, по кратности. Методы расчета надежности резервированных систем.
- Тема №8. Контрольные выборочные последовательные испытания на надежность. Контрольные и определительные испытания на ремонтпригодность. Определительные испытания на долговечность, сохраняемость, безотказность.
- Тема №9. Определение доверительного интервала и минимального числа измерений при нормальном распределении времени безотказной работы.

### **3.2 Темы домашних заданий**

- Домашнее задание №1. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За первые 3000 часов отказало 80 ламп. За интервал времени 3000 – 4000 часов отказало еще 50 ламп. Найти вероятность безотказной работы и вероятность отказа электронных ламп за время 4000 часов.
- Домашнее задание №2. На испытании находилось 1000 однотипных ламп. Число отказавших ламп учитывалось через каждые 1000 часов работы. Данные об отказах ламп сведены в таблице. Требуется определить вероятность безотказной работы, частоту отказов и интенсивности отказов в функции времени, построить графики этих функций. Необходимо также найти среднюю наработку до первого отказа.
- Домашнее задание №3. В течение некоторого времени проводилось наблюдение за работой 3 экземпляров восстанавливаемых изделий. Первый образец проработал 300 часов и имел 1 отказ. Второй образец проработал 600 часов и имел 3 отказа. Третий образец проработал 400 часов и имел 2 отказа. Требуется определить наработку на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий.

### **3.3 Темы опросов на занятиях**

- Понятие надежности. Свойства, характеризующие надежность: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.
- Понятия восстановления, технического обслуживания и ремонта. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые, обслуживаемые и необслуживаемые, ремонтируемые и неремонтируемые объекты.
- Показатели безотказности. Набор показателей безотказности для различных видов объектов. Показатели безотказности невосстанавливаемых изделий.
- Распределение Пуассона. Нормальное распределение времени безотказной работы при постепенных отказах.
- Выбор номенклатуры показателей надежности.
- Нормирование значений величин вероятности безотказной работы и интенсивности отказов. Коэффициент нагрузки ЭРЭ.
- Методы и средства повышения надежности РЭС. Виды резервирования. Кратность резервирования, дублирование. Классификация резерва в зависимости от режима работы.

– Виды и планы испытаний на надежность при проектировании, производстве и эксплуатации изделий. Контрольные выборочные испытания на надежность по методы одной выборки.

– Доверительные вероятности, доверительные интервалы и методы исключения грубых ошибок измерения при определении статистических характеристик надежности.

### 3.4 Экзаменационные вопросы

– Вопрос №1. Основные понятия и определения. Комплексное понятие надежности. Состояния объекта. Причины изменения состояния РЭС. Отказы. Временные параметры надежности. Задача. . Путем обработки по формуле результатов измерений пар параметров  $h_{11e}$  и  $\beta$  шестидесяти транзисторов типа КТ315Б получена точечная оценка коэффициента парной корреляции этих параметров  $r^* = 0.56$ . Требуется дать ответ на вопрос о статистической значимости коэффициента корреляции при значении доверительной вероятности  $\gamma = 0.95$ .

– Вопрос №2. Показатели надежности. Виды объектов. Показатели безотказности. Типичная зависимость частоты отказов изделия от времени. Стабилизирующие процессы. Задача. Исследовалось 12 экземпляров транзисторов типа КТ603, и была определена точечная оценка коэффициента линейной корреляции между параметрами  $I_{k0}$  и временем отказа транзистора  $t_0$ . Эта оценка приняла значение  $r^* = -0.66$ . Требуется выяснить, правомерно ли в дальнейших расчетах пользоваться этой оценкой.

– Вопрос №3. Интенсивность отказов. Типичная зависимость отказов от времени наработки. Графическое понятие потока отказов. Задача. Система состоит из трех устройств. Вероятность безотказной работы каждого из них в течение времени  $t = 100$  ч равна:  $p_1(100) = 0.95$ ;  $p_2(100) = 0.96$ ;  $p_3(100) = 0.97$ . Справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо вычислить среднюю наработку до первого отказа системы.

– Вопрос №4. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Показатели ремонтпригодности. Комплексные показатели надежности. Коэффициент готовности. Задача. Вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t$  равна  $PC(t) = 0.96$ . Система состоит из 100 равнонадежных элементов. Необходимо найти вероятность безотказной работы элемента.

– Вопрос №5. Коэффициент оперативной готовности. Нестационарный коэффициент готовности. Средний коэффициент готовности. Распределение Пуассона. Изделие состоит из 3 групп приборов. Отказы приборов первой группы подчинены экспоненциальному закону с интенсивностью отказов  $\lambda = 1 \cdot 10^{-4}$  ч<sup>-1</sup>, отказы приборов второй группы – нормальному закону с параметрами  $T_1 = 7200$  ч и  $\sigma = 2000$  ч, отказы приборов третьей группы – закону Вейбулла с параметрами  $\lambda_0 = 0.1 \cdot 10^{-5}$  ч<sup>-1</sup> и  $k = 1.5$ . Требуется определить вероятность безотказной работы в течение времени 100 ч.

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Теория надежности: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1274>, свободный.

### 4.2. Дополнительная литература

1. Основы теории надежности. Практикум: Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 557 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Основы теории надежности. Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 702 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

### 4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Теория надежности для специальности 210201: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1716>, свободный.

2. Теория надежности: Лабораторный практикум / Озеркин Д. В. - 2012. 133 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1356>, свободный.

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. 1. ГОСТ 21317-87 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Методы испытаний на надежность

2. 2. ГОСТ 25359-82 Изделия электронной техники. Общие требования по надежности и методы испытаний

3. 3. ГОСТ CISPR 14-2-2016 Электромагнитная совместимость. Требования для бытовых приборов, электрических инструментов и аналогичных аппаратов. Часть 2. Помехоустойчивость. Стандарт для группы однородной продукции