**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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Конструктивные методы обеспечения надёжности бортовой космической радиоаппаратуры

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Конструирование и производство бортовой космической радиоаппаратуры**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 40 | 40 | часов |
| 2 | Практические занятия | 40 | 40 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 8 | 8 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 88 | 88 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 18 | 18 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 128 | 128 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 216 | 216 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 252 | 252 | часов |
| | | 7.0 | 7.0 | З.Е |

Экзамен: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10114

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6/2016 от « 3 » 11 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент каф. КИПР _____ Чернышев А. А.

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. КИПР _____ Карабан В. М.

Эксперты:

Профессор Кафедра КИПР _____ Шостак А. С.

Согласована на портале № 10114

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

формирование компетенций, связанных с анализом конструкции РЭС и выработкой конструкторских решений, обеспечивающих безотказность аппаратуры в жестких условиях эксплуатации.

### 1.2. Задачи дисциплины

– сформировать понимание статистической теории надежности РЭС и зависимости интенсивности отказов от воздействующих факторов

– сформировать знание характера воздействия и степени влияния факторов внешней среды для различных условий эксплуатации и объектов установки РЭС

– обучить практическим методам обеспечения надежности РЭС на этапе конструкторского проектирования

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Конструктивные методы обеспечения надёжности бортовой космической радиоаппаратуры» (Б1.В.ДВ.1.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники, История и методология науки и техники в области электроники, Статистические методы обеспечения качества бортовой космической радиоаппаратуры.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика) (рассред.), Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-9 способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** принципы анализа конструкции РЭС различных уровней разукрупнения с позиции возможных отказов и их последствий

– **уметь** применять на практике известные конструктивные методы обеспечения надежности РЭС

– **владеть** навыками конструирования узлов и блоков РЭС повышенной надежности

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 2 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 88 | 88 |
| Лекции | 40 | 40 |
| Практические занятия | 40 | 40 |
| Лабораторные занятия | 8 | 8 |
| Из них в интерактивной форме | 18 | 18 |
| Самостоятельная работа (всего) | 128 | 128 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 26 | 26 |
| Проработка лекционного материала | 22 | 22 |

Согласована на портале № 10114

| | | |
|---|---|---|
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 80 | 80 |
| Всего (без экзамена) | 216 | 216 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость час | 252 | 252 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 7.0 | 7.0 |

## 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 (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС | 4 | 10 | 0 | 23 | 37 | ПК-9 |
| 2 | Роль конструктора и его взаимодействия с материаловедами и технологами | 6 | 10 | 0 | 23 | 39 | ПК-9 |
| 3 | Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли | 6 | 10 | 0 | 23 | 39 | ПК-9 |
| 4 | Обеспечение нормального теплового режима РЭС | 8 | 0 | 4 | 18 | 30 | ПК-9 |
| 5 | Особенности конструкций, эксплуатируемых в вакууме | 6 | 0 | 0 | 4 | 10 | ПК-9 |
| 6 | Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок | 6 | 0 | 4 | 15 | 25 | ПК-9 |
| 7 | Предотвращение повреждений межузлового электромонтажа | 4 | 10 | 0 | 22 | 36 | ПК-9 |
| | Итого | 40 | 40 | 8 | 128 | 216 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Задачи обеспечения надежности | История развития конструкций РЭС. | 4 | ПК-9 |

Согласована на портале № 10114

| | | | |
|---|---|---|---|
| на различных исторических этапах развития РЭС | Задачи обеспечения надежности по четырем составляющим - безотказности, долговечности, сохраняемости, ремонтопригодности. Требования, предъявляемые к конструкции условиями эксплуатации на расширяющемся круге объектов-носителей. Освоение требований военной техники и критических условий окружающей среды (космические, глубоководные носители и др.). | | |
| | Итого | 4 | |
| 2 Роль конструктора и его взаимодействия с материаловедами и технологами | Сходство и различие задач, решаемых конструктором и технологами РЭС на различных структурных уровнях конструкций. Определение и различия между видами испытаний РЭС на надежность. Методика выбора необходимого вида испытания для определения надежности РЭС. Элементарные способы обработки статистических данных по надежности РЭС. | 6 | ПК-9 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли | Характер повреждений, вызываемых воздействием влаги, биологической среды и пыли. Конструктивные меры, снижающие вредное влияние. Учет влияния указанных факторов при статистических расчетах надежности. | 6 | ПК-9 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Обеспечение нормального теплового режима РЭС | Влияние повышенной и пониженной температуры на надежность РЭС, ее учет при статистических расчетах надежности. Методы расчета теплового режима блоков, узлов и элементов РЭС. Конструктивные методы обеспечения нормального теплового режима РЭС. Особенности защиты РЭС, размещаемых вне гермоотсека при пониженном давлении или в вакууме. | 8 | ПК-9 |
| | Итого | 8 | |
| 5 Особенности конструкций, эксплуатируемых в вакууме | Особые виды воздействий, связанные с работой РЭС вне земной атмосферы. Влияние космических излучений, обратимые и необратимые изменения. Повреждение оптических датчиков и фотоэлектрических преобразователей космической пылью и мусором. Задачи | 6 | ПК-9 |

Согласована на портале № 10114

| | | | |
|---|---|---|---|
| | комплекса автоматики и стабилизации бортовых питающих напряжений, конструкции энергетической электроники. | | |
| | Итого | 6 | |
| 6 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок | Задачи обеспечения надежности в условиях вибраций, ударов, линейных ускорений,акустического шума, невесомости. Повышение прочности и жесткости конструкции, выбор подходящих конструктивных материалов, исключение механических резонансов, вибродемпфирование. Ограниченность применения амортизации РЭС. | 6 | ПК-9 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Предотвращение повреждений межузлового электромонтажа | Возможные причины повреждений. Обеспечение гибкости соединений и механической прочности. Распределение механической нагрузки по длине кабеля, жгута, провода, ГМПК. | 4 | ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 40 | |

**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 представ-лены 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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 | Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники | | + | | | | | |
| 2 | История и методология науки и техники в области электроники | + | | | | | | |
| 3 | Статистические методы обеспечения качества бортовой космической радиоаппаратуры | | + | | | | | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 | Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | | | + | + | + | + | + |
| 2 | Практика по получению | | + | | | | | |

Согласована на портале № 10114

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика) (рассред.) | | | | | | | |
| 3 | Преддипломная практика | | | + | + | + | + | + |

**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-9 | + | + | + | + | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа |

**6. Интерактивные методы и формы организации обучения**

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

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | | 10 | 10 |
| Исследовательский метод | | | 0 |
| Решение ситуационных задач | 8 | | 8 |
| Итого за семестр: | 8 | 10 | 18 |
| Итого | 8 | 10 | 18 |

**7. Лабораторный практикум**

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов | Содержание лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 10114

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 4 Обеспечение нормального теплового режима РЭС | Расчет теплового режима блока РЭС с оценкой надежности | 4 | ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок | Проектирование и расче системы амортизации РЭС | 4 | ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 8 | |

## 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС | Семинар: История развития конструкций РЭС | 10 | ПК-9 |
| | Итого | 10 | |
| 2 Роль конструктора и его взаимодействия с материаловедами и технологами | Обработка результатов испытаний РЭС на надежность | 10 | ПК-9 |
| | Итого | 10 | |
| 3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли | Семинар: Способы защиты конструкций РЭС различных конструктивных уровней от климатических воздействий | 10 | ПК-9 |
| | Итого | 10 | |
| 7 Предотвращение повреждений межузлового электромонтажа | Семинар: Способы выполнения межузлового электромонтажа в аппаратуре ответственного применения | 10 | ПК-9 |
| | Итого | 10 | |
| Итого за семестр | | 40 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |

Согласована на портале № 10114

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 20 | ПК-9 | Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Итого | 23 | | |
| 2 Роль конструктора и его взаимодействия с материаловедами и технологами | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 20 | ПК-9 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Расчетная работа |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Итого | 23 | | |
| 3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 20 | ПК-9 | Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Итого | 23 | | |
| 4 Обеспечение нормального теплового режима РЭС | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-9 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 14 | | |
| | Итого | 18 | | |
| 5 Особенности конструкций, эксплуатируемых в вакууме | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-9 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Итого | 4 | | |
| 6 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок | Проработка лекционного материала | 3 | ПК-9 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | | |
| | Итого | 15 | | |
| 7 Предотвращение повреждений межузлового электромонтажа | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 20 | ПК-9 | Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 22 | | |
| Итого за семестр | | 128 | | |
| | Подготовка к экзамену | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 164 | | |

**9.1. Тематика практики**

1. "Электротехнический этап" и надежность РЭС в этот период
2. Повышение надежности и ремонтопригодности путем освоения блочных конструкций и металлического шасси

Согласована на портале № 10114

## 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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 |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| Выступление (доклад) на занятии | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Конспект самоподготовки | 5 | 5 | | 10 |
| Опрос на занятиях | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по лабораторной работе | | 10 | 10 | 20 |
| Расчетная работа | 5 | 5 | | 10 |
| Итого максимум за период | 20 | 30 | 20 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 20 | 50 | 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 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) |

Согласована на портале № 10114

| | | |
|---|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | 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: http://edu.tusur.ru/publications/1274, свободный.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Острейковский В.А. Теория надежности : Учебник для вузов / В. А. Острейковский. - М. : Высшая школа, 2003. - 462 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

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

1. Теория надежности: Лабораторный практикум / Озеркин Д. В. - 2012. 133 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1356, свободный.
2. Теория надежности: Методические указания для проведения практических и лабораторных занятий / Козлов В. Г. - 2012. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1271, свободный.
3. Теория надежности для специальности 210201: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1716, свободный.
4. Расчёт надёжности функционального узла РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1047, свободный.
5. Расчёт теплового режима блока РЭС : Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1044, свободный.
6. Материалы для расчетов системы амортизации РЭС: Учебно-методическое пособие для студентов направления «Конструирование и технология электронных средств» / Чернышев А. А. - 2014. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3927, свободный.
7. Расчет толщины влагозащитных покрытий деталей РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1040, свободный.

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

1. 1. Yandex, Google, edu.tusur.ru

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекции проводятся в аудиториях университета, оснащенным мультимедийными проекторами с большим экраном.

Для практических и лабораторных занятий используется Лаборатория «Автоматизация проектирования электронных средств»:

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 TDP-T350 (1 шт.). Сканер Mustek P3600 (1 шт.)

г. Томск, пр. Ленина, 40, лаборатория №403. Номер помещения 68 по плану БТИ.

## 14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

## 15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку происходит один раз в конце семестра только после подведения итогов изучения дисциплины.

На протяжении всего семестра текущая успеваемость оценивается в баллах нарастающим итогом.

Независимо от набранной в семестре текущей суммы баллов обязательным условием является выполнение студентом всех предусмотренных рабочей программой элементов контроля.

Согласована на портале № 10114

**Приложение 1**

**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

# Конструктивные методы обеспечения надёжности бортовой космической радиоаппаратуры

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Конструирование и производство бортовой космической радиоаппаратуры**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- Доцент каф. КИПР Чернышев А. А.

Экзамен: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10114

## 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-9 | способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями | Должен знать принципы анализа конструкции РЭС различных уровней разукрупнения с позиции возможных отказов и их последствий;<br>Должен уметь применять на практике известные конструктивные методы обеспечения надежности РЭС;<br>Должен владеть навыками конструирования узлов и блоков РЭС повышенной надежности; |

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 |
| Удовлетворительно (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-9

ПК-9: способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

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

Согласована на портале № 10114

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | принципы анализа конструкции РЭС различных уровней разукрупнения с позиции возможных отказов и их последствий | применять на практике известные конструктивные методы обеспечения надежности РЭС | навыками конструирования узлов и блоков РЭС повышенной надежности |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Выступление (доклад ) на занятии;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Выступление (доклад ) на занятии;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Выступление (доклад ) на занятии;<br>• Расчетная работа;<br>• Экзамен; |

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) | • Обладает фактическим и теоретическим знанием в области конструктивных методов обеспечения надежности РЭС с пониманием границ применимости; | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений в области обеспечения надежности РЭС, абстрагирования проблем; | • Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует приемы выполнения работы; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области; | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для исследования и решения определенных проблем в области обеспечения | • Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в |

Согласована на портале № 10114

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | надежности РЭС; | решении проблем; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Обладает базовыми общими знаниями в области конструктивных методов обеспечения надежности ; | • Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач; | • Получает приемлемые результаты только под наблюдением и при консультативной помощи преподавателя; |

## 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

– 1 Проработка лекционного материала

– 2 Подготовка доклада по теме, согласованной с преподавателем (не менее трех сообщений в течение семестра)

– 3 Выполнение расчетных заданий по практическим занятиям

– 4 Подготовка отчетов по проектно-расчетным заданиям лабораторного практикума

### 3.2 Темы опросов на занятиях

– История развития конструкций РЭС. Задачи обеспечения надежности по четырем составляющим - безотказности, долговечности, сохраняемости, ремонтопригодности. Требования, предъявляемые к конструкции условиями эксплуатации на расширяющемся круге объектов-носителей. Освоение требований военной техники и критических условий окружающей среды (космические, глубоководные носители и др.).

– Сходство и различие задач, решаемых конструктором и технологами РЭС на различных структурных уровнях конструкций. Определение и различия между видами испытаний РЭС на надежность. Методика выбора необходимого вида испытания для определения надежности РЭС. Элементарные способы обработки статистических данных по надежности РЭС.

– Характер повреждений, вызываемых воздействием влаги, биологической среды и пыли. Конструктивные меры, снижающие вредное влияние. Учет влияния указанных факторов при статистических расчетах надежности.

– Влияние повышенной и пониженной температуры на надежность РЭС, ее учет при статистических расчетах надежности. Методы расчета теплового режима блоков, узлов и элементов РЭС. Конструктивные методы обеспечения нормального теплового режима РЭС. Особенности защиты РЭС, размещаемых вне гермоотсека при пониженном давлении или в вакууме.

– Особые виды воздействий, связанные с работой РЭС вне земной атмосферы. Влияние космических излучений, обратимые и необратимые изменения. Повреждение оптических датчиков и фотоэлектрических преобразователей космической пылью и мусором. Задачи комплекса автоматики и стабилизации бортовых питающих напряжений, конструкции энергетической электроники.

– Задачи обеспечения надежности в условиях вибраций, ударов, линейных ускорений,акустического шума, невесомости. Повышение прочности и жесткости конструкции, выбор подходящих конструктивных материалов, исключение механических резонансов, вибродемпфирование. Ограниченность применения амортизации РЭС.

– Возможные причины повреждений. Обеспечение гибкости соединений и механической прочности. Распределение механической нагрузки по длине кабеля, жгута, провода, ГМПК.

### 3.3 Темы докладов

– "Электротехнический этап" и надежность РЭС в этот период

– Повышение надежности и ремонтопригодности путем освоения блочных конструкций и металлического шасси

Согласована на портале № 10114

### 3.4 Экзаменационные вопросы

– На экзамен выносятся следующие теоретические вопросы: История развития конструкций РЭС. Задачи обеспечения надежности по четырем составляющим - безотказности, долговечности, сохраняемости, ремонтопригодности. Сходство и различие задач, решаемых конструктором и технологами РЭС на различных структурных уровнях конструкций. Испытания РЭС на надежность. Методика выбора необходимого вида испытания для определения надежности РЭС. Обработка статистических данных по итогам испытаний РЭС на надежность. Характер повреждений, вызываемых воздействием влаги, биологической среды и пыли. Конструктивные меры, снижающие вредное влияние влаги, биологической среды и пыли. Учет влияния различных факторов при статистических расчетах надежности. Влияние повышенной и пониженной температуры на надежность РЭС, ее учет при статистических расчетах надежности. Методы расчета теплового режима блоков, узлов и элементов РЭС. Конструктивные методы обеспечения нормального теплового режима РЭС. Особенности защиты РЭС, размещаемых вне гермоотсека при пониженном давлении или в вакууме. Особые виды воздействий, связанные с работой РЭС вне земной атмосферы. Влияние космических излучений, обратимые и необратимые изменения. Задачи комплекса автоматики и стабилизации бортовых питающих напряжений, конструкции энергетической электроники. Задачи и методы обеспечения надежности в условиях вибраций, ударов, линейных ускорений,акустического шума, невесомости. Ограниченность применения амортизации РЭС. Вибродемпфирование Возможные причины повреждений межузлового электромонтажа. Обеспечение гибкости соединений и механической прочности. Распределение механической нагрузки по длине кабеля, жгута, провода, ГМПК.

### 3.5 Темы расчетных работ

– 1 Провести расчет показателей надежности РЭС по заданному числу образцов РЭС и времени работы каждого образца до отказа. Построить графики зависимости от времени для вероятности безотказной работы, частоты и интенсивности отказов.

– 2 Провести расчет ориентировочный и окончательный расчет надежности блока/узла РЭС на основе данных об интенсивности отказов ЭРЭ, их электрической нагрузке и температуре.

### 3.6 Темы лабораторных работ

– Проектирование и расче системы амортизации РЭС

– Расчет теплового режима блока РЭС с оценкой надежности

## 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 фор-мирования 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: http://edu.tusur.ru/publications/1274, свободный.

### 4.2. Дополнительная литература

1. Острейковский В.А. Теория надежности : Учебник для вузов / В. А. Острейковский. - М. : Высшая школа, 2003. - 462 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

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

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

2. Теория надежности: Методические указания для проведения практических и лабораторных занятий / Козлов В. Г. - 2012. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1271, свободный.

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

Согласована на портале № 10114

4. Расчёт надёжности функционального узла РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1047, свободный.

5. Расчёт теплового режима блока РЭС : Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1044, свободный.

6. Материалы для расчетов системы амортизации РЭС: Учебно-методическое пособие для студентов направления «Конструирование и технология электронных средств» / Чернышев А. А. - 2014. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3927, свободный.

7. Расчет толщины влагозащитных покрытий деталей РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1040, свободный.

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

1. 1. Yandex, Google, edu.tusur.ru

Согласована на портале № 10114