**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Конструктивные методы обеспечения надежности радиоэлетронных средств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы мобильной связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 8 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 30 | 30 | часов |
| 2 | Практические занятия | 16 | 16 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 62 | 62 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 82 | 82 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е. |

Зачет: 8 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 39410

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 16 от «29» 3 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР) _____ А. А. Чернышев

Заведующий обеспечивающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР) _____ Н. Н. Кривин

Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 39410

## 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 надежности радиоэлетронных средств» (Б1.В.ДВ.6.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Введение в профиль "Системы мобильной связи", Инженерная и компьютерная графика, История, Электропитание систем связи.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-8 умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов;

– ПК-10 способностью к разработке проектной и рабочей технической документации, оформлению законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с нормами и стандартами;

В результате изучения дисциплины обучающийся 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 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 8 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 62 | 62 |
| Лекции | 30 | 30 |
| Практические занятия | 16 | 16 |
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 82 | 82 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 16 | 16 |
| Проработка лекционного материала | 22 | 22 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 44 | 44 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 144 |

Согласована на портале № 39410

| | | |
|---|---|---|
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | 4.0 |

## 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 | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | | | |
| 1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС | 4 | 4 | 0 | 13 | 21 | ПК-10, ПК-8 |
| 2 Роль радиоинженера и его взаимодействия с конструкторами, материаловедами и технологами | 4 | 4 | 0 | 13 | 21 | ПК-10, ПК-8 |
| 3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли | 4 | 4 | 0 | 15 | 23 | ПК-10, ПК-8 |
| 4 Обеспечение нормального теплового режима РЭС | 6 | 0 | 8 | 12 | 26 | ПК-10, ПК-8 |
| 5 Особенности конструкций, эксплуатируемых в вакууме | 4 | 0 | 0 | 4 | 8 | ПК-8 |
| 6 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок | 4 | 0 | 8 | 11 | 23 | ПК-10, ПК-8 |
| 7 Предотвращение повреждений межузлового электромонтажа | 4 | 4 | 0 | 14 | 22 | ПК-10, ПК-8 |
| Итого за семестр | 30 | 16 | 16 | 82 | 144 | |
| Итого | 30 | 16 | 16 | 82 | 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 |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС | 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 тре- | 4 | ПК-10, ПК-8 |

Согласована на портале № 39410

| | | | |
|---|---|---|---|
| | бований военной техники и критических условий окружающей среды (космические, глубоководные носители и др.). | | |
| | Итого | 4 | |
| 2 Роль радиоинженера и его взаимодействия с конструкторами, материаловедами и технологами | Сходство и различие задач, решаемых схемотехником, 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. | 4 | ПК-10, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 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. | 4 | ПК-10, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 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. | 6 | ПК-10, ПК-8 |
| | Итого | 6 | |
| 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 комплекса автоматики и стабилизации бортовых питающих напряжений, конструкции энергетической электроники. | 4 | ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 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. | 4 | ПК-10, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 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-10, ПК-8 |

Согласована на портале № 39410

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 30 | |

### 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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Введение в профиль "Системы мобильной связи" | | + | | | | | |
| 2 Инженерная и компьютерная графика | | + | | | | | |
| 3 История | + | | | | | | |
| 4 Электропитание систем связи | | | | | + | | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-8 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Тест |
| ПК-10 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 39410

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 4 Обеспечение нормального теплового режима РЭС | Расчет теплового режима блока РЭС с оценкой надежности | 8 | ПК-10, ПК-8 |
| | Итого | 8 | |
| 6 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок | Проектирование и расчет системы амортизации РЭС | 8 | ПК-10, ПК-8 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС | Семинар: История развития конструкций РЭС | 4 | ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Роль радиоинженера и его взаимодействия с конструкторами, материаловедами и технологами | Обработка результатов испытаний РЭС на надежность | 4 | ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли | Семинар: Способы защиты конструкций РЭС различных конструктивных уровней от климатических воздействий | 4 | ПК-10, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Предотвращение повреждений межузлового электромонтажа | Семинар: Способы выполнения межузлового электромонтажа в аппаратуре ответственного применения | 4 | ПК-10, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

## 9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 39410

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| 1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ПК-8 | Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Итого | 13 | | |
| 2 Роль радиоинженера и его взаимодействия с конструкторами, материаловедами и технологами | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ПК-10, ПК-8 | Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Итого | 13 | | |
| 3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-8 | Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Итого | 15 | | |
| 4 Обеспечение нормального теплового режима РЭС | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-10, ПК-8 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 5 Особенности конструкций, эксплуатируемых в вакууме | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-8 | Опрос на занятиях, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 6 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок | Проработка лекционного материала | 3 | ПК-10, ПК-8 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 11 | | |
| 7 Предотвращение повреждений межузлового электромонтажа | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-10, ПК-8 | Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 14 | | |

Согласована на портале № 39410

| | | | |
|---|---|---|---|
| Итого за семестр | 82 | | |
| Итого | 82 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| Выступление (доклад) на занятии | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Зачет | | | 10 | 10 |
| Опрос на занятиях | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по лабораторной работе | | 10 | 10 | 20 |
| Расчетная работа | | 10 | | 10 |
| Тест | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Итого максимум за период | 20 | 40 | 40 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 60 | 100 | 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 | |

Согласована на портале № 39410

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

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Теория надежности [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 138 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1274 (дата обращения: 15.07.2018).

### 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-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория надежности [Электронный ресурс]: Методические указания для проведения практических и лабораторных занятий / Козлов В. Г. - 2012. 7 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1271 (дата обращения: 15.07.2018).
2. Основы конструирования электронных средств [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе / А. А. Чернышев - 2018. 78 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8145 (дата обращения: 15.07.2018).

#### 12.3.2. 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.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Базы данных, доступ к которым оформлен библиотекой ТУСУРа в текущий момент времени. Список доступных баз данных см. по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория автоматизированного проектирования / Лаборатория ГПО

Согласована на портале № 39410

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 403 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Сервер на базе компьютера Intel Pentium;
- Рабочие станции на базе компьютера Intel Core (12 шт.);
- Маркерная доска;
- Экран для проектора на подставке;
- Мультимедийный проектор TOSHIBA;
- Телевизор-монитор SAMSUNG;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Acrobat Reader
- Google Chrome
- Microsoft Office
- Microsoft Windows
- Mozilla Firefox
- OpenOffice

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория радиоэлектроники

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 402 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Вольтметр GMD-8246 (5 шт.);
- Рабочие станции на базе компьютера Intel Pentium (2 шт.);
- Маркерная доска;
- Вольтметр GDS-8065 (2 шт.);
- Осциллограф GDS-806S (2 шт.);
- Осциллограф GDS-620FG (5 шт.);
- Источник питания MPS-3002L (2 шт.);
- Учебная лабораторная установка «Теория электрической связи» (2 шт.);
- Частотомер FS-7150 Fz Digital (5 шт.);
- Генератор GFG-8250A (4 шт.);
- Макеты УМПК-80 (4 шт.);
- Генератор ГСС-93/1 (2 шт.);
- Анализатор спектра GSP-810 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- PTC Mathcad13, 14

Согласована на портале № 39410

### 13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

## 13.2. 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 зрениями** 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.

# 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

## 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

### 14.1.1. Тестовые задания

1 Исходные данные для конструкторского проектирования РЭС в обязательном порядке включают в себя...

- алгоритм обработки сигналов в РЭС
- данные о квалификации разработчиков схемы РЭС
- условия оплаты труда разработчиков РЭС
- условия эксплуатации РЭС

2 Анализ исходных данных для проектирования РЭС сетей связи, помимо функциональных показателей, должен учитывать...

Согласована на портале № 39410

- частотные диапазоны функционирования
- данные об отказах РЭС на аналогичных объектах установки
- данные о применяемой модуляции сигнала
- вид помехоустойчивого кодирования

3 Надежность – это свойство РЭС...
- сохранять во времени работоспособность
- сохранять во времени в заданных пределах значения всех параметров
- нормально функционировантъ в заданных критических условиях
- нормально функционировать в ходе испытаний

4 Безотказность – это свойство РЭС...
- работать без отказа
- работать без сбоев
- непрерывно сохранять рабтоспособность
- непрерывно выдавать информацию об исправности

5 Приспособленность конструкции РЭС к предупреждению, обнаружению и устранению повреждений – это...
- безотказность
- долговечность
- сохраняемость
- ремонтопригодность

6 Испытания РЭС на надежность иногда называют...
- механическими испытаниями
- ресурсными испытаниями
- климатическими испытаниями
- электрическими испытаниями

7 Интенсивность отказов элемента РЭС – это величина, ...
- равная времени работы элемента до отказа
- обратная средней наработке на отказ
- обратная частоте отказов
- обратная сроку службы элемента

8 Обеспечение нормального теплового режима...
- полезно для нормальной работы РЭС
- не имеет значения для надежной работы РЭС
- необходимо для обеспечения надежности РЭС
- обязательно только для работы РЭС в тропических условиях

9 Нормальный тепловой режим элемента РЭС – это режим, при котором температура элемента...
- лежит в нормальных пределах
- лежит в пределах, допустимых по его ТУ
- лежит в пределах, допустимых по ВП
- не превосходит +85 С

10 Для обеспечения надежности РЭС при эксплуатации на подвижных объектах необходимо...
- исключить из конструкции крупногабаритные элементы
- исключить механические резонансы элементов конструкции
- особое внимание уделить электрической прочности изоляции

Согласована на портале № 39410

- особое внимание уделять применению наноэлектроники

11 Оформление графических и текстовых документов при разработке конструкции РЭС должно соответствовать ...
- стандартам ЕСКД
- стандартам ССБТ
- стандартам ЕСТПП
- внуренним правилам разработчика

12 Законченная проектно-конструкторская работа по созданию РЭС должна быть оформлена в виде...
- комплекта программных документов
- комплекта конструкторских документов
- комплекта технологических документов
- отчета о НИР

13 Основной комплект конструкторских документов включает в себя...
- основные конструкторские документы на изделие
- комплект документов на основные составные части изделия
- документы, относящиеся к изделию в целом
- документы на все составные части изделия

14 Первые блочные конструкции электронной аппаратуры для повышения ремонтопригодности систем связи появились...
- в России в 1900-е годы
- в США в 1920-е годы
- в Германии в 1940-е годы
- в Японии в 1960-е годы

15 Отвод тепла от блоков спутника связи негерметичной конструкции осуществляется ...
- лучеиспусканием и конвекцией
- кондуктивными теплостоками и конвекцией
- кондуктивными теплостоками и лучеиспусканием
- конвекцией и кондуктивными теплостоками

16 Элементы крепления межузлового электромонтажа в РЭС для обеспечения надежности при механических нагрузках графически изображаются...
- в спецификации РЭС
- в перечне элементов РЭС
- на чертежах деталей РЭС
- на электромонтажном чертеже РЭС

17 Конструктивные методы повышения надежности РЭС – это методы, связанные, главным образом,...
- с улучшением схемных решений РЭС
- с улучшением электромагнитных свойств РЭС
- с изменением электронной компонентной базы активных элементов РЭС
- с изменением нефункциональных частей и элементов РЭС

18 Проникновение влаги через слой полимерной герметизации обусловлено...
- малыми размерами молекулы воды в фазе пара
- неправильным выбором полимера
- наличием пузырьков воздуха в слое герметизации
- нарушением технологии герметизации

Согласована на портале № 39410

19 Вакуум-плотная долговременная герметизация узлов РЭС для защиты от климатических воздействий может быть достигнута только на основе...

- эпоксидных компаундов
- кремний-органических составов
- неорганических материалов
- полимерных наноматериалов

20 Основным конструкторским документом на блок РЭС, в котором приняты конструктивные меры обеспечения надежности, является...

- спецификация
- ведомость технического проекта
- сборочный чертеж
- электромонтажный чертеж

### 14.1.2. Темы докладов

Требования, предъявляемые к конструкции условиями эксплуатации на расширяющемся круге объектов-носителей.

История освоения разработчиками РЭС требований военной техники.

Виды испытаний РЭС.

Характер повреждений, вызываемых воздействием влаги, биологической среды и пыли.

Конструктивные меры, снижающие вредное влияние влаги, биологической среды и пыли.

Влияние повышенной и пониженной температуры на надежность РЭС.

Особенности защиты РЭС, размещаемых вне гермоотсека при пониженном давлении или в вакууме.

Особые виды воздействий, связанные с работой РЭС вне земной атмосферы.

Методы обеспечения надежности в условиях механических воздействий.

Обеспечение надежности межузловых соединений.

### 14.1.3. 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 схемотехником, 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 кос-

Согласована на портале № 39410

мических 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.

### 14.1.4. Зачёт

1 История развития конструкций РЭС.

2 Задачи обеспечения надежности по четырем составляющим - безотказности, долговечности, сохраняемости, ремонтопригодности.

3 Сходство и различие задач, решаемых схемотехником, конструктором и технологами РЭС на различных структурных уровнях конструкций.

4 Испытания РЭС на надежность.

5 Обработка статистических данных по итогам испытаний РЭС на надежность.

6 Характер повреждений, вызываемых воздействием влаги, биологической среды и пыли.

7 Конструктивные меры, снижающие вредное влияние влаги, биологической среды и пыли.

8 Учет влияния различных факторов при статистических расчетах надежности.

9 Влияние повышенной и пониженной температуры на надежность РЭС, ее учет при статистических расчетах надежности.

10 Методы расчета теплового режима блоков, узлов и элементов РЭС.

11 Конструктивные методы обеспечения нормального теплового режима РЭС.

12 Особенности защиты РЭС, размещаемых вне гермоотсека при пониженном давлении или в вакууме.

13 Особые виды воздействий, связанные с работой РЭС вне земной атмосферы.

14 Задачи комплекса автоматики и стабилизации бортовых питающих напряжений. Конструкции энергетической электроники.

15 Задачи и методы обеспечения надежности в условиях вибраций, ударов, линейных ускорений,акустического шума, невесомости.

16 Ограниченность применения амортизации РЭС. Вибродемпфирование

17 Возможные причины повреждений межузлового электромонтажа. Обеспечение гибкости соединений и механической прочности.

18 Влияние космических излучений, обратимые и необратимые изменения.

19 Методика выбора необходимого вида испытания для определения надежности РЭС.

20 Применение экранно-вакуумной термоизоляции в открытых конструкциях спутников связи.

### 14.1.5. 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.

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

Проектирование и расчет системы амортизации РЭС

Расчет теплового режима блока РЭС с оценкой надежности

### 14.1.7. Методические рекомендации

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 яв-

Согласована на портале № 39410

ляется выполнение студентом всех предусмотренных рабочей программой элементов контроля.

### 14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3. 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 проце-

Согласована на портале № 39410

дура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.