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
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Конструктивные методы обеспечения надёжности бортовой космической радиоаппаратуры

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **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 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	32	32	часов
2	Практические занятия	32	32	часов
3	Лабораторные работы	8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
5	Самостоятельная работа	72	72	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	З.Е.

Экзамен: 2 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 40764

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) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30.10.2014 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 РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Эксперты:

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

Профессор кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР) _____ А. С. Шостак

Согласована на портале № 40764

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: Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники, История и методология науки и техники в области электроники.

Последующими дисциплинами являются: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая практика) (рассред.), Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

– ПК-7 готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ;

– ПК-8 способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований;

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

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 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	32	32
Практические занятия	32	32
Лабораторные работы	8	8

Согласована на портале № 40764

Самостоятельная работа (всего)	72	72
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	14	14
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	50	50
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр						
1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС	4	6	0	12	22	ПК-7, ПК-8, ПК-9
2 Роль конструктора и его взаимодействия с материаловедами и технологами	6	8	0	12	26	ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9
3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли	4	6	0	12	22	ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9
4 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок	4	4	0	8	16	ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9
5 Комплексная отработка конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности	4	0	8	16	28	ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9
6 Обеспечение нормального теплового режима РЭС в условиях внешнего перегрева	6	4	0	6	16	ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9
7 Особенности конструкций, эксплуатируемых в вакууме	4	4	0	6	14	ПК-4, ПК-7, ПК-8
Итого за семестр	32	32	8	72	144	
Итого	32	32	8	72	144	

Согласована на портале № 40764

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 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 требований военной техники и критических условий окружающей среды (космические, глубоководные носители и др.).	4	ПК-8, ПК-9
	Итого	4	
2 Роль конструктора и его взаимодействия с материаловедами и технологами	Сходство и различие задач, решаемых конструкторами, материаловедами и технологами РЭС на различных структурных уровнях конструкций. Испытания РЭС/БКА. Обработки данных испытаний для оценки надежности РЭС.	6	ПК-4, 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.	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
4 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. Возможные причины повреждений межузловых соединений. Обеспечение гибкости соединений и механической прочности. Распределение механической нагрузки по длине кабеля, жгута, провода, ГМПК.	4	ПК-7, ПК-8, ПК-9
	Итого	4	
5 Комплексная отработка конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности	Использование конструктивных методов обеспечения надежности в практической деятельности конструктора на уровне функциональных узлов и блоков РЭС/БКА. Внутренняя экспертиза разработанной конструкции в КБ, отделе. Возможности публичного обсуждения. Применение метода	4	ПК-7, ПК-8, ПК-9

Согласована на портале № 40764

	контрольных вопросов для анализа и оценки конструкции.		
	Итого	4	
6 Обеспечение нормального теплового режима РЭС в условиях внешнего перегрева	Влияние повышенной и пониженной температуры на надежность РЭС, ее учет при статистических расчетах надежности. Методы оценки теплового режима блоков, узлов и элементов РЭС. Конструктивные методы обеспечения нормального теплового режима РЭС в условиях внешнего перегрева. Особенности защиты РЭС, размещаемых вне гермоотсека при пониженном давлении или в вакууме.	6	ПК-8, ПК-9
	Итого	6	
7 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-4, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		32	

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 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники		+					
2 История и методология науки и техники в области электроники	+						
Последующие дисциплины							
1 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков					+		
2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая практика) (рассред.)		+					
3 Преддипломная практика			+	+		+	+

Согласована на портале № 40764

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-4	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Тест
ПК-7	+	+		+	Экзамен, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Тест
ПК-8	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Тест
ПК-9	+	+		+	Экзамен, Опрос на занятиях, 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.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
5 Комплексная отработка конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности	Составление перечня контрольных вопросов для анализа конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности	4	ПК-4, ПК-8
	Оценка конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		8	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 40764

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС	Семинар: История развития конструкций РЭС	6	ПК-7, ПК-8
	Итого	6	
2 Роль конструктора и его взаимодействия с материаловедами и технологами	Обработка результатов испытаний РЭС на надежность	8	ПК-4, ПК-8
	Итого	8	
3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли	Семинар: Способы защиты конструкций РЭС различных конструктивных уровней от климатических воздействий	6	ПК-7, ПК-8, ПК-9
	Итого	6	
4 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок	Семинар: Механические воздействия и защита РЭС/БКА	4	ПК-7, ПК-8, ПК-9
	Итого	4	
6 Обеспечение нормального теплового режима РЭС в условиях внешнего перегрева	Семинар: Радиационные теплообменники и тепловые трубы	4	ПК-4, ПК-8
	Итого	4	
7 Особенности конструкций, эксплуатируемых в вакууме	Семинар: Технические решения РЭС/БКА для космических аппаратов негерметичной конструкции	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		32	

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				
1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-7, ПК-8, ПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного	2		

Согласована на портале № 40764

	материала			
	Итого	12		
2 Роль конструктора и его взаимодействия с материаловедами и технологами	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	12		
3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-4, ПК-8, ПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	12		
4 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-7, ПК-8, ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
5 Комплексная отработка конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4, ПК-7, ПК-8	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	16		
6 Обеспечение нормального теплового режима РЭС в условиях внешнего перегрева	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4, ПК-7, ПК-8	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
7 Особенности конструкций, эксплуатируемых в вакууме	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-7, ПК-8	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
Итого за семестр		72		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		108		

Согласована на портале № 40764

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
2 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	10	10	10	30
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Расчетная работа		5		5
Итого максимум за период	15	30	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	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 экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 40764

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: 26.07.2018).
2. Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебник / А. Н. Дорохов [и др.]. - Изд. 3-е, стер. - СПб. ; М. ; Краснодар Лань, 2017. - 352 с рис. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. с. 341-342. - ISBN 978-5-8114-1108-5 Б. ц. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/93594/#3 (дата обращения: 26.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Основы проектирования электронных средств [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. Г. Козлов, А. А. Чернышев, Ю. П. Кобрин - 2012. 149 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2783 (дата обращения: 26.07.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Конструктивные методы обеспечения надежности бортовой космической радиоаппаратуры [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе / А. А. Чернышев - 2018. 16 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8433 (дата обращения: 26.07.2018).

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 проектирования микроволновых устройств

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для прове-

Согласована на портале № 40764

дения 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, 405 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Панорамные измерители КСВН;
- Генератор сигналов высокочастотный;
- Измерительные линии Р1-36, Р1-3;
- Направленные детекторы коаксиальные;
- Комплект рупорных антенн;
- Ферритовые вентили: волноводные, коаксиальные;
- Комплект волноводных и коаксиальных нагрузок;
- Аттенюаторы, переходы, разъёмы и др. пассивные устройства СВЧ;
- Измеритель комплексных коэффициентов передачи Р4-23;
- Генераторы сигналов высокочастотные: Г4-80, Г4-81, Г4-82;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– ANSYS AIM Student
– PTC Mathcad13, 14

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

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы),

Согласована на портале № 40764

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 Техническое задание на проектирования РЭС в обязательном порядке включает в себя...

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

2 Область применения, цель и назначение разработки РЭС, а также технические требования к будущему изделию приводятся...

- в ТЗ
- в ТУ
- в ПС

Согласована на портале № 40764

- в РЭ

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 работоспособность
- 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 В окончательном расчете надежности при проектировании РЭС учитывают, что интенсивность отказов элемента РЭС зависит от...
- электрического режима и температуры элемента
- электрического режима элемента
- температуры вокруг элемента
- мощности, рассеиваемой элементом

9 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 космических условиях

10 Для предотвращения повреждений БКА на этапе выведения необходимо...
- исключить из конструкции крупногабаритные элементы
- исключить механические резонансы элементов конструкции
- особое внимание уделить электрической прочности изоляции
- особое внимание уделять применению наноэлектроники

11 Оформление графических и текстовых документов при проектировании и разработке конструкции РЭС должно соответствовать ...

Согласована на портале № 40764

- 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 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

15 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

16 Неизбежное 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

17 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

18 Основным конструкторским документом на блок РЭС, в котором приняты конструктивные меры обеспечения надежности, является...
- спецификация
- ведомость технического проекта
- сборочный чертеж
- электромонтажный чертеж

19 Испытания РЭС – это...
- эксперименты в ходе эксплуатации изделия

Согласована на портале № 40764

- эксперименты по опытной эксплуатации в космических условиях
- эксперименты на базе объекта установки
- эксперименты, по результатам которых принимается решение

20 На современных предприятиях авиационно-космической отрасли проведение экспериментов в ходе испытаний РЭС осуществляется...
- только вручную высококвалифицированным персоналом
- только высококвалифицированным персоналом в ходе полетов
- на базе реальных объектов установки РЭС
- на базе компьютеризированных испытательных комплексов

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1 История развития конструкций РЭС.

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

3 Особенности задач, решаемых конструкторами, материаловедами, технологами РЭС на различных структурных уровнях конструкций.

4 Миссия испытаний. Виды испытаний РЭС/БКА.

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

10 Методы оценки 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. Влияние космических излучений, 14 обратимые и необратимые изменения.

15 Задачи комплекса автоматики и стабилизации бортовых питающих напряжений, конструкции энергетической электроники.

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

17 Ограниченность применения амортизации РЭС. Вибродемпфирование

18 Возможные причины повреждений межузлового электромонтажа.

19 Обеспечение гибкости соединений и механической прочности. Распределение механической нагрузки по длине кабеля, жгута, провода, ГМПК.

20 Конструкторская документация для сборки и электромонтажа. Отражение в ней конструктивных мер обеспечения надежности.

14.1.3. Темы докладов

Первые конструкции радиоаппаратуры, предназначенной для установки на подвижные объекты

Развитие конструкций РЭС в годы Второй мировой войны

Проблемы надежности электронной аппаратуры, с которыми столкнулись создатели ракетной техники

Испытания РЭС/БКА и их роль в обеспечении надежности конструкции

Аппаратура первых ИСЗ и обеспечение ее надежности

Климат. Макроклиматические районы. Факторы, характеризующие климатические воздействия на РЭС

Повреждения РЭС, вызываемые влиянием климатических факторов

Механические воздействия, характерные для различных объектов-носителей РЭС

Повреждения РЭС, вызываемые механическими воздействиями

Методы повышения прочности и жесткости несущих конструкций РЭС/БКА

Возможности повышение надежности РЭС/БКА путем вибродемпфирования

Особые факторы космического полета и вызываемые ими повреждения БКА

Согласована на портале № 40764

Температура в космосе

Особенности конструкции космических аппаратов в герметичном и негерметичном исполнении

Конструктивные методы обеспечения нормального теплового режима БКА в условиях внешнего перегрева.

Контурные тепловые трубы в системах обеспечения теплового режима БКА

Применение экранно-вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ)

Задачи комплекса автоматики и стабилизации бортовых питающих напряжений

Конструкции энергетической электроники БКА

Надежность межузловых и межблочных соединений БКА

Автоматизированные системы испытания РЭС

Оборудование для испытания РЭС на воздействие термоудара

Оборудование для испытаний РЭС на воздействие климатических факторов

Механические испытания РЭС и применяемое оборудование

Испытания на воздействие особых условий космического полета

Конструктивные меры по обеспечению надежности РЭС/БКА в условиях климатических воздействий

Защита деталей РЭС от коррозии, отражение материалов и покрытий в конструкторской документации

Конструктивные меры по обеспечению надежности РЭС/БКА в особых условиях космического полета

Конструктивные меры по обеспечению надежности РЭС/БКА в условиях механических воздействий

14.1.4. 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 конструкторами, материаловедами и технологами РЭС на различных структурных уровнях конструкций. Испытания РЭС/БКА. Обработки данных испытаний для оценки 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 оценки теплового режима блоков, узлов и элементов РЭС. Конструктивные методы обеспечения нормального теплового режима РЭС в условиях внешнего перегрева. 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 межузловых соединений. Обеспечение гибкости соединений и механической прочности. Распределение механической нагрузки по длине кабеля, жгута, провода, ГМПК.

Использование конструктивных методов обеспечения надежности в практической деятельности конструктора на уровне функциональных узлов и блоков РЭС/БКА. Внутренняя экспертиза разработанной конструкции в КБ, отделе. Возможности публичного обсуждения. Применение метода контрольных вопросов для анализа и оценки конструкции.

Согласована на портале № 40764

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

Составление перечня контрольных вопросов для анализа конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности

Оценка конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения 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 является 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:

Согласована на портале № 40764

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 40764