МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 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: **Радиоконструкторский факультет (РКФ)**
Кафедра: **Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	100	100	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 61086

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование компетенций, связанных с анализом конструкции РЭС и выработкой конструкторских решений, обеспечивающих надежность аппаратуры в жестких условиях эксплуатации.

1.2. Задачи дисциплины

1. Сформировать понимание статистической теории надежности РЭС и зависимости интенсивности отказов от воздействующих факторов.
2. Сформировать знание характера воздействия и степени влияния факторов внешней среды для различных условий эксплуатации и объектов установки РЭС.
3. Обучить практическим методам обеспечения надежности РЭС на этапе конструкторского проектирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 61086

ПКР-10. Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПКР-10.1. Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и наноэлектроники.	Изучена специфика системного обеспечения надежности на основе ранее изученных принципов построения и функционирования изделий микро- и наноэлектроники. Освоение знаний подтверждено результатами опросов и тестированием.
	ПКР-10.2. Умеет рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники.	Выполнены задания по расчетам резервирования как средства облегчения режима работы, а также по окончательному расчету надежности изделия с учетом рекомендуемых, допустимых и предельных режимов работы электронной компонентной базы.
	ПКР-10.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники.	Выполнены задания по планированию оценки технических решений, выбору способов анализа, проведению эксперимента, обработке результатов исследовательских испытаний.
ПКР-13. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ПКР-13.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований.	Изучены виды испытательного оборудования, методы планирования и проведения испытаний как особого класса исследований. Усвоение знаний подтверждено результатами опросов и тестированием.
	ПКР-13.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования.	Выполнено индивидуальное практическое задание по планированию и проведению эксперимента в форме стендового разбора изделия.
	ПКР-13.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов.	Выполнены два задания по планированию и проведению эксперимента, обработке результатов исследовательских испытаний на надежность, оценке принятых технических решений с подготовкой, оформлением и защитой отчета.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	44	44
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	8	8

Согласована на портале № 61086

Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	100	100
Подготовка к выступлению (докладу)	30	30
Подготовка к тестированию	42	42
Выполнение индивидуального задания	16	16
Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	8	8
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	4
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС	2	2	-	12	16	ПКР-10
2 Роль конструктора и его взаимодействия с материаловедами и технологами	4	4	-	16	24	ПКР-10, ПКР-13
3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли	2	4	-	18	24	ПКР-10
4 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок	2	2	-	12	16	ПКР-10, ПКР-13
5 Комплексная отработка конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности	2	-	8	18	28	ПКР-10, ПКР-13
6 Обеспечение нормального теплового режима РЭС в условиях внешнего перегрева	2	4	-	12	18	ПКР-10, ПКР-13
7 Особенности конструкций, эксплуатируемых в вакууме	4	2	-	12	18	ПКР-10, ПКР-13
Итого за семестр	18	18	8	100	144	
Итого	18	18	8	100	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 61086

1 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.).	2	ПКР-10
	Итого	2	
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. Обработка данных испытаний для оценки надежности РЭС.	4	ПКР-10, ПКР-13
	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.	2	ПКР-10
	Итого	2	
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.	2	ПКР-10, ПКР-13
	Итого	2	

Согласована на портале № 61086

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 контрольных вопросов для анализа и оценки конструкции.	2	ПКР-10, ПКР-13
	Итого	2	
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.	2	ПКР-10, ПКР-13
	Итого	2	
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	ПКР-10
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС	Семинар: История развития конструкций РЭС	2	ПКР-10
	Итого	2	
2 Роль конструктора и его взаимодействия с материаловедами и технологами	Обработка результатов испытаний РЭС на надежность	4	ПКР-10, ПКР-13
	Итого	4	

Согласована на портале № 61086

3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли	Семинар: Способы защиты конструкций РЭС различных конструктивных уровней от климатических воздействий	4	ПКР-10
	Итого	4	
4 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок	Семинар: Механические воздействия и защита РЭС/БКА	2	ПКР-10, ПКР-13
	Итого	2	
6 Обеспечение нормального теплового режима РЭС в условиях внешнего перегрева	Семинар: Радиационные теплообменники и тепловые трубы	4	ПКР-10
	Итого	4	
7 Особенности конструкций, эксплуатируемых в вакууме	Семинар: Технические решения РЭС/БКА для космических аппаратов негерметичной конструкции	2	ПКР-10, ПКР-13
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
5 Комплексная отработка конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности	Оценка конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности	8	ПКР-10, ПКР-13
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				

Согласована на портале № 61086

1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС	Подготовка к выступлению (докладу)	6	ПКР-10	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-10	Тестирование
	Итого	12		
2 Роль конструктора и его взаимодействия с материаловедами и технологами	Выполнение индивидуального задания	6	ПКР-10, ПКР-13	Индивидуальное задание
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-10, ПКР-13	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	4	ПКР-10, ПКР-13	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Итого	16		
3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли	Подготовка к выступлению (докладу)	6	ПКР-10	Выступление (доклад) на занятии
	Выполнение индивидуального задания	6	ПКР-10	Индивидуальное задание
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-10	Тестирование
	Итого	18		
4 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок	Подготовка к выступлению (докладу)	6	ПКР-10, ПКР-13	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-10, ПКР-13	Тестирование
	Итого	12		
5 Комплексная отработка конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности	Выполнение индивидуального задания	4	ПКР-10, ПКР-13	Индивидуальное задание
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-10, ПКР-13	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	4	ПКР-10, ПКР-13	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-10, ПКР-13	Лабораторная работа
	Итого	18		

Согласована на портале № 61086

6 Обеспечение нормального теплового режима РЭС в условиях внешнего перегрева	Подготовка к выступлению (докладу)	6	ПКР-10, ПКР-13	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-10, ПКР-13	Тестирование
	Итого	12		
7 Особенности конструкций, эксплуатируемых в вакууме	Подготовка к выступлению (докладу)	6	ПКР-10	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-10	Тестирование
	Итого	12		
Итого за семестр		100		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		136		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-10	+	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Защита отчета по индивидуальному заданию, Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-13	+	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Защита отчета по индивидуальному заданию, Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
1 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	5	5	5	15
Защита отчета по индивидуальному заданию	0	5	5	10
Индивидуальное задание	5	5	0	10
Лабораторная работа	0	0	5	5

Согласована на портале № 61086

Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	25	25	100
Нарастающим итогом	20	45	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Обеспечение надежности сложных технических систем [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. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/93594/#3.

7.2. Дополнительная литература

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

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

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

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся

Согласована на портале № 61086

из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

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 проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 402 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Вольтметр GMD-8246 - 5 шт.;
- Вольтметр 34405 - 2 шт.;
- Осциллограф GDS-8065 - 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 сигналов специальной формы ГСС-93/1 - 2 шт.;
- Учебный стенд Основы электроники "Зарница" - 8 шт.;
- Мультимедиа устройство Hisense H50N5300 - 1 шт.;
- Генератор GFG-8250A - 5 шт.;
- Анализатор спектра GSP-810 - 2 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- PTC Mathcad 13, 14;

8.3. 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

Согласована на портале № 61086

типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 402 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Вольтметр GMD-8246 - 5 шт.;
- Вольтметр 34405 - 2 шт.;
- Осциллограф GDS-8065 - 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 сигналов специальной формы ГСС-93/1 - 2 шт.;
- Учебный стенд Основы электроники "Зарница" - 8 шт.;
- Мультимедиа устройство Hisense H50N5300 - 1 шт.;
- Генератор GFG-8250A - 5 шт.;
- Анализатор спектра GSP-810 - 2 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- PTC Mathcad 13, 14;

8.4. 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.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства

Согласована на портале № 61086

приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Задачи обеспечения надежности на различных исторических этапах развития РЭС	ПКР-10	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Роль конструктора и его взаимодействия с материаловедами и технологами	ПКР-10, ПКР-13	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Методы обеспечения надежности при воздействии влаги, биологической среды и пыли	ПКР-10	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Обеспечение надежности в условиях механических нагрузок	ПКР-10, ПКР-13	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 61086

5 Комплексная отработка конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности	ПКР-10, ПКР-13	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Обеспечение нормального теплового режима РЭС в условиях внешнего перегрева	ПКР-10, ПКР-13	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Особенности конструкций, эксплуатируемых в вакууме	ПКР-10, ПКР-13	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 61086

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какая категория климата определяется в основном географической широтой региона?
   a. микроклимат
   b. мезоклимат
   c. любая категория климата
   d. макроклимат
2. В системе 5 элементов, причем система сохраняет работоспособность, если исправны хотя бы 2 элемента. Какова кратность резервирования?
   a. 2/2
   b. 3/2
   c. 2/3
   d. 5/2
3. В системе два элемента с вероятностями безотказной работы P1 = 0,9; P2 = 0,8. Для работы системы оба они должны быть исправны. Какова вероятность отказа системы?
   a. 0,28
   b. 0,2

Согласована на портале № 61086

c. 0,98
d. 0,72

4. Чем отличаются испытания от других видов экспериментов?
   a. по их итогам начинается серийное производство объекта испытаний
   b. по их итогам изготавливается опытный образец
   c. по их итогам принимается решение в отношении объекта испытаний
   d. по их итогам объект направляется на утилизацию
5. Какова наиболее вероятная причина электрического пробоя в проводящем рисунке печатной платы бортовой космической аппаратуры?
   a. недостаточная ширина проводников
   b. царапины на поверхности печатного проводника
   c. слишком малая толщина проводника
   d. слишком малое расстояние между проводниками
6. Каков способ нанесения защитного покрытия Ц6 ?
   a. горячее нанесение
   b. распылением цинка
   c. гальванический
   d. химический
7. В каких условиях может эффективно работать фитильная тепловая труба?
   a. при любом направлении гравитации и в невесомости
   b. только в вертикальном положении
   c. только в условиях невесомости и в вакууме
   d. только в условиях невесомости
8. Что такое точка росы?
   a. температура, при которой водяной пар не является насыщенным
   b. температура, при которой выпадает роса
   c. место в конструкции, где конденсируется влага
   d. температура, при которой влага испаряется
9. Какова основная цель применения тепловых труб в бортовой космической радиоаппаратуре?
   a. поддержание комфортной температуры в обитаемых отсеках космических аппаратов
   b. отвод тепла от мощных двигателей
   c. отвод тепла от поверхностей, рассеивающих большую мощность
   d. отвод тепла от элементов с высокой плотностью рассеиваемого теплового потока
10. Какие части конструкции являются основным источником вибрации на участке выведения космического аппарата?
    a. гироскопы системы ориентации
    b. тепловые трубы
    c. маршевые двигатели ракеты-носителя
    d. вентиляторы в гермоотсеках космического аппарата
11. Экранно-вакуумная теплоизоляция космического аппарата представляет собой пакет пленочных экранов с металлическим напылением. Чем разделяются элементы многослойного пакета?
    a. сепараторами из пенопласта
    b. листами стеклоткани
    c. сепараторами из тонкой стекловуали
    d. сепараторами из медной сетки

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Проблемы надежности электронной аппаратуры, с которыми столкнулись создатели ракетной техники
2. Испытания РЭС/БКА и их роль в обеспечении надежности конструкции
3. Климат. Макроклиматические районы. Факторы, характеризующие климатические воздействия на РЭС
4. Повреждения РЭС, вызываемые влиянием климатических факторов
5. Механические воздействия, характерные для различных объектов-носителей РЭС
6. Испытания РЭС/БКА на воздействие особых условий космического полета

Согласована на портале № 61086

9.1.3. Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии

1. Возможности повышение надежности РЭС/БКА путем вибродемпфирования
2. Особые факторы космического полета и вызываемые ими повреждения БКА
3. Температура в космосе
4. Особенности конструкции космических аппаратов в герметичном и негерметичном исполнении
5. Контурные тепловые трубы в системах обеспечения теплового режима БКА
6. Применение экранно-вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ)

9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий

1. Как проводится ориентировочный расчет надежности РЭС/БКА?
2. В чем состоит отличие окончательного расчета надежности от ориентировочного?
3. Какие формулы применяют при расчете показателей надежности образца РЭС/БКА по итогам проведения испытаний?
4. По каким признакам оценивается ремонтопригодность образца РЭС/БКА в ходе стендового анализа?
5. Какие технические решения повышают надежность РЭС/БКА одновременно по нескольким видам внешних агрессивных воздействий?

9.1.5. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

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. Составить перечень контрольных вопросов для стендового разбора конструкции образца РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности.
4. Выполнить расчет надежности РЭС/БКА при поэлементном резервировании.
5. Выполнить расчет надежности РЭС/БКА при резервировании с дробной кратностью.

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Оценка конструкции РЭС/БКА с позиций конструктивных методов обеспечения надежности

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

Согласована на портале № 61086

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 61086

– 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 № 61086

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР
протокол № 4 от « 6 » 12 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КИПР	А.С. Шостак	Согласовано, f467a646-8184-4763-bfac-663d85d65d29
Заведующий обеспечивающей каф. КИПР	А.С. Шостак	Согласовано, f467a646-8184-4763-bfac-663d85d65d29
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac
Доцент, каф. КИПР	А.А. Чернышев	Согласовано, 72a81577-12a0-4023-8fe9-e3b84d6716fc

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. КИПР	А.А. Чернышев	Разработано, 72a81577-12a0-4023-8fe9-e3b84d6716fc

Согласована на портале № 61086