МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СФУ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИФиРЭ
_____ А.В. Минаков
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ БРЭС КА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Проектирование электронных средств космических аппаратов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт инженерной физики и радиоэлектроники**
Кафедра: **радиоэлектронных систем**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	36	36	часов
Самостоятельная работа	54	54	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	8

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Красноярск

Согласована на портале № 83846

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины "Сформировать понимание требований по надежности РЭА, процессов формирования требований к построению РЭА на соответствие требований надежности, принципов обеспечения надежности РЭА космических аппаратов, а также методик испытаний для подтверждения надежности и анализов обеспечения надежности.

1.2. Задачи дисциплины

1. Критерии надежности РЭА для КА;
2. Правила и регламентирующая документация по анализам надежности в обеспечения живучести БА, выбор схем резервирования и оценка правильности их применения.
3. Развитие и углубление умения проведения расчетов для подтверждения надежности, отказа и сбое устойчивости БА; испытаний для обеспечения для подтверждения правильности схемных и конструкторских решений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.16.
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		
ПК-9. Способен проводить расчеты для разработки функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов с учетом требований к эксплуатации	ПК-9.1. Знает особенности эксплуатации бортовой аппаратуры космических аппаратов, которые определяют требования к разрабатываемым узлам	Знает методы проведения расчетов функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов
	ПК-9.2. Умеет проводить расчеты тепловых, механических, электрических и других характеристик функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов	Умеет обосновывать основные условия эксплуатации бортовой аппаратуры в космическим пространстве

Согласована на портале № 83846

	ПК-9.3. Владеет навыками и приемами обеспечения параметров разрабатываемых электронных средств требуемым условиям эксплуатации	Владеет навыками проведения расчетов для разработки функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов с учетом требований к эксплуатации
ПК-10. Способен аргументированно выбирать методы, средства, материалы конструирования радиоэлектронных средств космических аппаратов для обеспечения защиты от внешних воздействующих факторов	ПК-10.1. Знает основные средства, компоненты и материалы, используемые при разработке электронных средств космических аппаратов	Знает основные средства, компоненты и материалы, используемые при разработке электронных средств с учетом требований к прочности радиоэлектронных средств
	ПК-10.2. Умеет выбирать методы, средства, материалы для обеспечения надежной работы разрабатываемых электронных средств при различных тепловых, механических, климатических, электрических и других воздействиях на них	Умеет выбирать методы, средства, материалы для обеспечения требований к прочности разрабатываемых радиоэлектронных средств
	ПК-10.3. Владеет навыками и приемами обеспечения работоспособности устройств при различных условиях эксплуатации	Владеет навыками и приемами обеспечения работоспособности радиоэлектронных средств при различных условиях эксплуатации

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 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Согласована на портале № 83846

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	54	54
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	54	54
Подготовка к зачету	16	16
Подготовка к тестированию	12	12
Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	6	6
Выполнение индивидуального задания	14	14
Написание отчета по индивидуальному заданию	6	6
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр					
1 Требования по надежности как основа построения РЭА	6	9	7	22	ПК-10, ПК-9
2 Построение БА для РКТ с учетом требований надежности	4	9	7	20	ПК-10, ПК-9
3 Общие подходы к электрическому проектированию и испытаниям РЭА для обеспечения требований надежности	3	9	20	32	ПК-10, ПК-9
4 Примеры БА КА и их схемы резервирования	5	9	20	34	ПК-10, ПК-9
Итого за семестр	18	36	54	108	
Итого	18	36	54	108	

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
8 семестр			

Согласована на портале № 83846

1 Требования по надежности как основа построения РЭА	Критерии надежности РЭА для КА	1	ПК-9, ПК-10
	Характеристики РЭА для КА в соответствии с требованиями надежности	1	ПК-9, ПК-10
	Анализы обеспечения надежности и нормативная документация, регламентирующая правила выполнения требований по надежности	2	ПК-9, ПК-10
	Порядок проведения испытаний БА, градации категории качества, порядок сертификации и отбраковки ЭКБ для изделий РКТ	2	ПК-9, ПК-10
	Итого	6	
2 Построение БА для РКТ с учетом требований надежности	Правила выбора ЭКБ для РЭА КА. Схемы надежности, и правила их составления	1	ПК-9, ПК-10
	Схемы резервирования РЭА и их сравнительные характеристики	1	ПК-9, ПК-10
	Правила выбора схемы резервирования для типов РЭА для изделий РКТ с учетом требований по массогабаритным характеристикам и энергопотреблению	2	ПК-9, ПК-10
	Итого	4	
3 Общие подходы к электрическому проектированию и испытаниям РЭА для обеспечения требований надежности	Подходы к снижению нагрузок на ЭКБ для применения в РЭА КА	1	ПК-9, ПК-10
	Методы увеличения и продления показателей времени для ЭКБ БА	1	ПК-9, ПК-10
	Основные виды и типы испытания для подтверждения показателей надежности РЭА	1	ПК-9, ПК-10
	Итого	3	
4 Примеры БА КА и их схемы резервирования	Схемы построения БА КА с резервированием на примере приборов энергопреобразующей аппаратуры	2	ПК-9, ПК-10
	Схемы построения резервированных систем на примере трактов систем связи КА	2	ПК-9, ПК-10
	Методы выявления участков, узлов модулей БА с недостаточным уровнем резервирования	1	ПК-9, ПК-10
	Итого	5	
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

Согласована на портале № 83846

8 семестр			
1 Требования по надежности как основа построения РЭА	Расчет количественных показателей безотказности и ремонтопригодности. Наработка на отказ. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов.	9	ПК-9, ПК-10
	Итого	9	
2 Построение БА для РКТ с учетом требований надежности	Методы расчета надежности резервированных систем. Расчет надежности восстанавливаемых систем.	9	ПК-9, ПК-10
	Итого	9	
3 Общие подходы к электрическому проектированию и испытаниям РЭА для обеспечения требований надежности	Расчет надежности радиоэлектронных систем	9	ПК-9, ПК-10
	Итого	9	
4 Примеры БА КА и их схемы резервирования	Учет электрической нагрузки при расчете надежности	9	ПК-9, ПК-10
	Итого	9	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

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
8 семестр				
1 Требования по надежности как основа построения РЭА	Подготовка к зачету	4	ПК-9, ПК-10	Зачёт
	Подготовка к тестированию	3	ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Итого	7		
2 Построение БА для РКТ с учетом требований надежности	Подготовка к зачету	4	ПК-9, ПК-10	Зачёт
	Подготовка к тестированию	3	ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Итого	7		

Согласована на портале № 83846

3 Общие подходы к электрическому проектированию и испытаниям РЭА для обеспечения требований надежности	Подготовка к зачету	4	ПК-9, ПК-10	Зачёт
	Подготовка к тестированию	3	ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	3	ПК-9, ПК-10	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	7	ПК-9, ПК-10	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	3	ПК-9, ПК-10	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	20		
4 Примеры БА КА и их схемы резервирования	Подготовка к зачету	4	ПК-9, ПК-10	Зачёт
	Подготовка к тестированию	3	ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	3	ПК-9, ПК-10	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	7	ПК-9, ПК-10	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	3	ПК-9, ПК-10	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	20		
Итого за семестр		54		
Итого		54		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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.	Сам. раб.	
ПК-9	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по индивидуальному заданию, Индивидуальное задание, Отчет по индивидуальному заданию, Тестирование
ПК-10	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по индивидуальному заданию, Индивидуальное задание, Отчет по индивидуальному заданию, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Согласована на портале № 83846

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
8 семестр				
Зачёт	3	5	10	18
Защита отчета по индивидуальному заданию	3	7	9	19
Индивидуальное задание	5	8	10	23
Отчет по индивидуальному заданию	3	7	8	18
Тестирование	4	8	10	22
Итого максимум за период	18	35	47	100
Нарастающим итогом	18	53	100	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. Шангина, Е. А. Надежность и техническая диагностика радиоэлектронных систем космических аппаратов : учебное пособие / Е. А. Шангина, В. А. Комаров. – Красноярск : СФУ, 2022. – 92 с.

2. Шангина, Е. А. Общие принципы построения и обеспечения надежности технических систем (космических систем) : Учебное пособие / Е. А. Шангина, М. И. Толстопятов, А. А. Зуев. – Красноярск : СФУ, 2022. – 96 с .

Согласована на портале № 83846

3. Алдонин, Г. М. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств : учебное пособие / Г. М. Алдонин [и др.]. – Красноярск : СФУ, 2019 – 369 с.
4. 4. Патраев, В. Е. Обеспечение надежности технических систем космического назначения на этапах проектирования : учебное пособие / В. Е. Патраев, Е. А. Шангина. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019. – 66 с.
5. Сарафанов А. В. Основы проектирования электронных средств: Техническое задание, формирование и анализ: Учебное пособие / А. В. Сарафанов, С. И. Трегубов // Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. - 138 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Акимов, Н. Н. Справочник: Резисторы. Конденсаторы. Трансформаторы. Дроссели. Коммутационные устройства. РЭА. / Н. Н. Акимов, Е. П. Ващуков, В. А. Прохоренко, Ю. П. Ходоренко // Минск: Беларусь, 1994. - 591 с.
2. Алдонин, Г. М. Радиоконструктору о дизайне / Г. М. Алдонин, И. Р. Аринкин. Краснояр. политехн. ин-т. – Красноярск: 1991. – 116 с.
3. Алдонин Г. М. Структурный анализ самоорганизующихся систем. Монография, Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. – 344 с. Учебно-методические пособия

7.2.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Шангина, Е.А Основы ракетно-космической техники : учеб-метод. материалы / Е.А Шангина ; Сиб. федерал. ун-т, Ин-т математики и фундаментальной информатики. – Красноярск : СФУ, 2018.

7.2.2. 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.

7.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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

Согласована на портале № 83846

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Описание имеющегося оборудования:

- Интерактивная панель;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2016 (2007, 2019);
- Windows 10 (7, 8).
- КОМПАС-3D. Инженерное программное обеспечение для проектирования компании Аскон. Система трехмерного твердотельного моделирования.
- SolidWorks. Расширенная версия программы для проектирования изделий с учетом требований промышленного производства;
- ANSYS WB.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы).

Описание имеющегося оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome;
- КОМПАС-3D. Инженерное программное обеспечение для проектирования компании Аскон. Система трехмерного твердотельного моделирования;
- SolidWorks. Расширенная версия программы для проектирования изделий с учетом требований промышленного производства;
- ANSYS WB.

8.4. 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**

Согласована на портале № 83846

используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства 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 Требования по надежности как основа построения РЭА	ПК-10, ПК-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Построение БА для РКТ с учетом требований надежности	ПК-10, ПК-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Общие подходы к электрическому проектированию и испытаниям РЭА для обеспечения требований надежности	ПК-10, ПК-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Примеры БА КА и их схемы резервирования	ПК-10, ПК-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

Согласована на портале № 83846

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
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.

Согласована на портале № 83846

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Методы резервирования по способу включения делятся на…
   а) структурное, временное, информационное, функциональное, нагрузочное;
   б) постоянное, динамическое;
   в) общее, раздельное, смешанное.
2. Вероятность того, что время появления отказа будет меньше заданного времени работы изделия:
   а) вероятность безотказной работы;
   б) плотность вероятности;
   в) вероятность отказа.
3. В теории надежности используется ряд законов. «Для непрерывных случайных величин используются следующие законы ...»
   а) Биноминальный;
   б) Пуассона;
   в) Экспоненциальный.
4. Выберите все классификационные признаки коррозии по типу коррозионной среды
   а) атмосферная, газовая;
   б) сплошная, местная;
   в) подповерхностная, межкристаллитная;
   г) атмосферная, газовая;
5. Выберите классификационный признак коррозии по характеру взаимодействия металла со средой
   а) газовая;
   б) морская;
   в) химическая;
   г) электрохимическая.
6. Какие из перечисленных объектов являются деталью?
   а) поршневой палец;
   б) гильза цилиндра;
   в) гусеница.
7. Основные законы распределения случайных величин
   а) Гаусса, Ньютона, Вейбулла;
   б) Гаусса, Вейбулла, экспоненциальный;
   в) нормальный, Вейбулла, параболический.
8. Резервирование, при котором используют нагруженный резерв и при отказе любого элемента в резервированной группе, выполнение объектом требуемых функций обеспечивается без переключения оставшихся элементов
   а) функциональное резервирование;
   б) постоянное резервирование;
   в) скользящее резервирование.
9. При параллельно соединённых элементах вероятность безотказной работы изделий равна.
   а) произведению вероятностей безотказной работы всех параллельно соединенных элементов;
   б) произведению вероятностей отказа всех параллельно соединенных элементов.
10. Предельное состояние – это:
    а) состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо или нецелесообразно;
    б) состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо, но целесообразно .

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Основные понятия и определения теории надежности.
2. Виды отказов.
3. Количественные характеристики надежности.
4. Расчет характеристик надежности по внезапным отказам.
5. Определение коэффициента нагруженности – $K_н$
6. Определение эксплуатационного коэффициента отказов – $a_т$.

Согласована на портале № 83846

7. Коэффициент жесткости эксплуатации – a_5
8. Понятие лямбда-характеристики.
9. Эксплуатационная надежность.
10. Коэффициенты готовности и ремонтопригодности.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий

1. Основные понятия и определения теории надежности
2. Виды отказов
3. Количественные характеристики надежности
4. Расчет характеристик надежности по внезапным отказам
5. Коэффициенты готовности и ремонтопригодности
6. Понятие лямбда-характеристики
7. Перечислите методы обеспечения качества летных партий, которые комплектуют бортовую аппаратуру ЭКБ
8. Приведите классификацию способов резервирования
9. Назовите классификацию возможных схем соединения БРЭА
10. Перечислите методы обеспечения качества материалов, применяемых в конструкции БРЭА

9.1.4. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Анализ надежности КА при различных режимах работы его подсистем.
2. Анализ показателей надежности приборов КА.
3. Исследование электрических линий связи на электромагнитную совместимость и экранирование узлов РЭС.
4. Расчет надежности конструкции.
5. Расчет надежности по внезапным отказам

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;

– 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

Согласована на портале № 83846

дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – 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;
– 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 № 83846

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиоэлектронных систем
протокол № 5 от «21» 1 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий обеспечивающей каф. РС СФУ	Ф.В. Зандер	
Заведующий выпускающей каф. КУДР ТУСУР	С.А. Артищев	
Начальник учебного управления ТУСУР	И.А. Лариошина	

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КУДР ТУСУР	С.А. Артищев	
Доцент, каф. КУДР ТУСУР	Е.И. Тренкаль	

РАЗРАБОТАНО:

Доцент каф. РС СФУ	Е.А. Шангина	

Согласована на портале № 83846