МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. В. Сенченко
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность и техническая диагностика транспортного радиооборудования

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль) / специализация: **Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2020 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	28	28	часов
2	Практические занятия	28	28	часов
3	Лабораторные работы	8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	64	64	часов
5	Самостоятельная работа	44	44	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 5 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 52622

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от « 5 » 12 2019 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования , утвержденного 12.09.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:
доцент каф. КИПР _____ Н. Н. Кривин

Заведующий обеспечивающей каф. КИПР _____ Н. Н. Кривин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. КИПР _____ Н. Н. Кривин

Эксперты:

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

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

Согласована на портале № 52622

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Сформировать у студентов способность анализировать с точки зрения надежности результаты технической эксплуатации транспортного радиоэлектронного оборудования, динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности с использованием проблемно-ориентированных методов и средств исследований, а также разрабатывать рекомендации по повышению уровня эксплуатационно-технических характеристик

Сформировать у студентов способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу в вопросах оценки и расчета надежности транспортного радиоэлектронного оборудования

1.2. Задачи дисциплины

– ознакомление студентов с основными положениями теорий надёжности и технической диагностики радиоэлектронных средств и методами обеспечения надёжности;

– ознакомление студентов с методами и средствами контроля, диагностирования изделий, с основными теоретическими положениями прогнозирования технического состояния, диагностики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Надежность и техническая диагностика транспортного радиооборудования» (Б1.Б.03.10) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Аналоговая схемотехника электронных средств, Математика, Радиоматериалы и радиокомпоненты.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Научно-исследовательская работа, Преддипломная практика, Системотехника электронных средств, Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов, Электромагнитная совместимость.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу ;

– ПК-24 способностью анализировать результаты технической эксплуатации транспортного радиоэлектронного оборудования, динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности с использованием проблемно-ориентированных методов и средств исследований, а также разрабатывать рекомендации по повышению уровня эксплуатационно-технических характеристик ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы теории надежности радиоэлектронного оборудования; основы теории технической эксплуатации радиоэлектронного оборудования; показатели надёжности; распределения Пуассона, Эрланга и временные зависимости показателей надежности для законов распределения наработки на отаз; статистические характеристики надёжности устройств в условиях испытаний и эксплуатации; количественные характеристики надёжности невосстанавливаемых и восстанавливаемых устройств; стратегии, виды и методы технического обслуживания радиоэлектронного оборудования; основные положения теории прогнозирования технического состояния радиоэлектронного оборудования; конструктивно-эксплуатационные свойства радиоэлектронного оборудования; основы теории испытаний радиоэлектронного оборудования

– **уметь** применять методы теории вероятностей и математической статистики в оценке и расчете показателей надежности транспортного радиоэлектронного оборудования; выбирать номенклатуру показателей надёжности и задавать требования надёжности;

– **владеть** методами оценки надежности радиоэлектронного оборудования; методами увеличения надежности радиоэлектронного оборудования; методами обработки результатов испытаний с целью определения показателей надёжности.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 52622

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	64	64
Лекции	28	28
Практические занятия	28	28
Лабораторные работы	8	8
Самостоятельная работа (всего)	44	44
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	26	26
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	10
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Основные понятия теории надежности	2	0	0	2	4	ОК-1, ПК-24
2 Надежность неремонтируемых и ремонтируемых объектов. Надежность систем различных структур	4	0	0	2	6	ОК-1, ПК-24
3 Формирование показателей надежности на стадиях проектирования и методы расчета надежности систем различных типов	2	0	4	6	12	ОК-1, ПК-24
4 Надежность автоматизированных систем управления	2	8	0	4	14	ОК-1, ПК-24
5 Испытания на надежность	4	0	0	4	8	ОК-1, ПК-24
6 Надежность технологического оборудования	2	0	0	6	8	ОК-1, ПК-24
7 Теоретические основы технической диагностики. Анализ работоспособности объекта. Прогнозирование изменения состояния объектов	4	16	0	6	26	ОК-1, ПК-24
8 Средства технической диагностики	4	4	0	8	16	ОК-1, ПК-24

Согласована на портале № 52622

9 Статистические характеристики надежности устройств в условиях эксплуатации	4	0	4	6	14	ОК-1, ПК-24
Итого за семестр	28	28	8	44	108	
Итого	28	28	8	44	108	

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
5 семестр			
1 Основные понятия теории надежности	1.1. Основные термины и определения1.2. Показатели надежности1.3. Случайные величины и их характеристики1.4. Оценка параметров надежности1.5. Различные периоды работы технических устройств1.6. Надежность в период нормальной эксплуатации1.7. Надежность в период постепенных отказов, возникающих из-за износа и старения1.8. Совместное действие внезапных и постепенных отказов	2	ОК-1, ПК-24
	Итого	2	
2 Надежность неремонтируемых и ремонтируемых объектов. Надежность систем различных структур	2.1. Показатели надежности неремонтируемых объектов2.2. Теоретические распределения наработки до отказа2.3. Показатели надежности ремонтируемых объектов, не восстанавливаемых в процессе применения2.4. Показатели надежности ремонтируемых объектов, восстанавливаемых в процессе применения2.5. Ремонтопригодность и готовность технических устройств2.6. Общие сведения2.7. Надежность систем из последовательно и параллельно соединенных элементов2.8. Надежность систем с резервированием2.9. Надежность систем из последовательно и параллельно соединенных элементов2.10. Надежность систем с резервированием	4	ОК-1, ПК-24
	Итого	4	
3 Формирование показателей надежности на стадиях проектирования и методы расчета надежности систем различных типов	3.1. Выбор и обоснование показателей надежности3.2. Назначение норм надежности3.3. Распределение норм надежности системы по элементам3.4. Расчет надежности систем по последовательно-параллельным логическим схемам3.5. Выбор значений показателей надежности элементов3.6. Коэффициентный способ расчета3.7. Расчет систем с неодновременно	2	ОК-1, ПК-24

Согласована на портале № 52622

	работающими элементами3.8. Учет цикличности работы аппаратуры3.9. Применение формулы полной вероятности при расчете надежности систем3.10. Переход от логической схемы для расчета надежности к графу состояний системы		
	Итого	2	
4 Надежность автоматизированных систем управления	4.1. Особенности оценки надежности автоматизированных систем управления4.2. Оценка надежности программ цифровых ЭВМ4.3. Оценка безотказности программ по наработке4.4. Оценка готовности программ4.5. Надежностные характеристики оператора	2	ОК-1, ПК-24
	Итого	2	
5 Испытания на надежность	5.1. Специфика оценки надежности по результатам испытаний5.2. Определительные испытания5.3. Форсирование режима испытаний и сокращение числа образцов5.4. Расчетно-экспериментальная оценка надежности по критериям работоспособности5.5. Контрольные испытания5.6. Планирование испытаний на надежность	4	ОК-1, ПК-24
	Итого	4	
6 Надежность технологического оборудования	6.1. Повышение производительности и надежности технологического оборудования методами технической диагностики6.2. Требования к качеству и показатели надежности АЛ и ГПС6.3. Надежность станков6.4. Надежность промышленных роботов (ПР)	2	ОК-1, ПК-24
	Итого	2	
7 Теоретические основы технической диагностики. Анализ работоспособности объекта. Прогнозирование изменения состояния объектов	7.1. Основные понятия технической диагностики7.2. Цели и задачи технической диагностики7.3. Системы диагноза технического состояния7.4. Диагностические системы управления7.5. Объекты диагноза7.6. Функциональные схемы систем тестового и функционального диагноза7.7. Условия работоспособности объекта7.8. Методы обнаружения возникшей неисправности7.9. Алгоритмы поиска неисправности, использующие параметры надежности7.10. Инженерно-логические алгоритмы поиска7.11. Проблема прогнозирования7.12. Основные направления теории прогнозирования7.13. Основные вопросы теории прогнозирования	4	ОК-1, ПК-24
	Итого	4	

Согласована на портале № 52622

8 Средства технической диагностики	8.1. Общая характеристика технических средств диагностики8.2. Устройства определения работоспособности8.3. Средства обнаружения возникших неисправностей-8.4. Устройства прогнозирования8.5. Автоматизированные диагностические системы	4	ОК-1, ПК-24
	Итого	4	
9 Статистические характеристики надежности устройств в условиях эксплуатации	9.1. Общие положения9.2. Доверительные вероятности, доверительные интервалы и методы исключения грубых ошибок измерения при определении статистических характеристик надёжности9.3. Критерии согласия между теоретической кривой и статистическим распределением	4	ОК-1, ПК-24
	Итого	4	
Итого за семестр		28	

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	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Аналоговая схемотехника электронных средств		+	+			+		+	+
2 Математика									+
3 Радиоматериалы и радиокомпоненты						+			+
Последующие дисциплины									
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты		+	+						
2 Научно-исследовательская работа	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Преддипломная практика	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Системотехника электронных средств	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5 Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов	+	+	+	+					+
6 Электромагнитная совместимость	+	+	+	+					

Согласована на портале № 52622

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.	
ОК-1	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-24	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, 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
5 семестр			
3 Формирование показателей надежности на стадиях проектирования и методы расчета надежности систем различных типов	Статистические исследования производственных погрешностей параметров радиоэлектронного оборудования по методу Монте-Карло в системах MathCAD и MicroCAP	4	ОК-1, ПК-24
	Итого	4	
9 Статистические характеристики надежности устройств в условиях эксплуатации	Обработка статистических данных	4	ОК-1, ПК-24
	Итого	4	
Итого за семестр		8	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
4 Надежность автоматизированных систем управления	Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Частота отказов	2	ОК-1, ПК-24
	Средняя наработка до первого отказа. На-	2	

Согласована на портале № 52622

	работка на отказ		
	Параметр потока отказов	4	
	Итого	8	
7 Теоретические основы технической диагностики. Анализ работоспособности объекта. Прогнозирование изменения состояния объектов	Определение наработки на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий	4	ОК-1, ПК-24
	Расчет интенсивности отказов и частоты отказов для определенного момента времени	4	
	Определение интенсивностей отказов элементов радиоэлектронного оборудования в зависимости от условий работы	4	
	Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов	4	
	Итого	16	
8 Средства технической диагностики	Методы расчета надежности резервированных систем	4	ОК-1, ПК-24
	Итого	4	
Итого за семестр		28	

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
5 семестр				
1 Основные понятия теории надежности	Проработка лекционного материала	2	ОК-1, ПК-24	Тест, Экзамен
	Итого	2		
2 Надежность неремонтируемых и ремонтируемых объектов. Надежность систем различных структур	Проработка лекционного материала	2	ОК-1, ПК-24	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Итого	2		
3 Формирование показателей надежности на стадиях проектирования и методы расчета надежности систем различных типов	Проработка лекционного материала	2	ОК-1, ПК-24	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
4 Надежность автоматизированн	Подготовка к практическим занятиям, семина-	2	ОК-1, ПК-24	Домашнее задание, Конспект самопод-

Согласована на портале № 52622

ых систем управления	рам			готовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
5 Испытания на надежность	Проработка лекционного материала	4	ОК-1, ПК-24	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Итого	4		
6 Надежность технологического оборудования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-1, ПК-24	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		
7 Теоретические основы технической диагностики. Анализ работоспособности объекта. Прогнозирование изменения состояния объектов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-1, ПК-24	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		
8 Средства технической диагностики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-1, ПК-24	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
9 Статистические характеристики надежности устройств в условиях эксплуатации	Проработка лекционного материала	2	ОК-1, ПК-24	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
Итого за семестр		44		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		80		

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	Максимальный	Максимальный	Максимальный	Всего за

Согласована на портале № 52622

деятельности	балл на 1-ую КТ с начала семестра	балл за период между 1КТ и 2КТ	балл за период между 2КТ и на конец семестра	семестр
5 семестр				
Домашнее задание	5	5	10	20
Защита отчета		5	5	10
Конспект самоподготовки	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		5	5	10
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	15	25	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	40	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)

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: https://edu.tusur.ru/publications/1274 (дата обращения: 26.09.2021).

2. Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования [Электронный ресурс]:

Согласована на портале № 52622

Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 133 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1276 (дата обращения: 26.09.2021).

3. Шишмарёв, В. Ю. Диагностика и надежность автоматизированных систем [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 341 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11452-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/475849 (дата обращения: 26.09.2021).

4. Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09368-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/473175 (дата обращения: 26.09.2021).

12.2. Дополнительная литература

1. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств : руководство / В. К. Федоров, Н. П. Сергеев, А. А. Кондрашин ; ред. В. К. Федоров. - М. : Техносфера, 2005. - 502[2] с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 501-502. - ISBN 5-94836-042-3 (наличие в библиотеке ТУСУР - 62 экз.)

2. Основы теории надежности. Практикум: Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 557 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

3. Основы теории надежности. Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 702 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

4. Тимошенков, С. П. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 502 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8582-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/468852 (дата обращения: 26.09.2021).

5. Тимошенков, С. П. Основы теории надежности [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 445 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8193-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/468851 (дата обращения: 26.09.2021).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования [Электронный ресурс]: Методические указания по практическим занятиям, лабораторным работам и самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2018. 26 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7197 (дата обращения: 26.09.2021).

2. Теория надежности [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум / Озеркин Д. В. - 2012. 133 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1356 (дата обращения: 26.09.2021).

3. Теория надежности [Электронный ресурс]: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 20 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1716 (дата обращения: 26.09.2021).

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;

Согласована на портале № 52622

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория автоматизированного проектирования / Лаборатория ГПО

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

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

– Acrobat Reader
– Google Chrome
– MicroCAP
– Microsoft Office
– Microsoft Windows
– Mozilla Firefox
– OpenOffice
– PTC Mathcad 13, 14

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

Согласована на портале № 52622

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

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс

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, 302 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Сервер на базе компьютера Intel Pentium;
- Рабочие станции на базе компьютера Intel Pentium (10 шт.);
- Стеклянная доска для мела;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– 7-Zip
– Acrobat Reader
– Google Chrome
– MicroCAP
– Microsoft Office
– Microsoft Windows
– Mozilla Firefox
– OpenOffice
– PTC Mathcad13, 14

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;

Согласована на портале № 52622

- 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. Техническая эксплуатация РЭО - это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение

1. надёжности и бесперебойности работы РЭО
2. ремонтопригодности
3. долговечности
4. сохраняемости

2. Надёжность – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность

1.выполнять требуемые функции

2.выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования

3.сохранять бесперебойность работы объекта

4.обеспечивать ремонтопригодность объекта

3. Техническое обслуживание – это комплекс работ (операций) для

Согласована на портале № 52622

1.обеспечения исправного состояния РЭО

2.поддержания РЭО в работоспособном состоянии

3.обеспечения функционирующего состояния РЭО

4.поддержания РЭО в исправном или работоспособном состоянии при подготовке и применении по назначению, хранении и транспортировании

4. Ремонт – это

1.комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности и восстановлению ресурсов РЭО или его составных частей

2.приведение внешнего вида РЭО к виду, заявленному в нормативно-технической документации

3.регулировка РЭО

4.наладка РЭО

5. Техническое состояние – это

1.совокупность признаков объекта, установленными технической документацией на объект

2.совокупность подверженных изменению в процессе производства или эксплуатации свойств объекта, характеризуемая в определённый момент времени признаками, установленными технической

документацией на объект

3.внешний вид объекта

4.внутреннее свойство объекта

6. Процесс определения технического состояния с определённой точностью называется

1.ремонтом

2.техническим обслуживанием

3.регламентными работами

4.техническим диагностированием

7. Прибор, работающий в полном соответствии с требованиями нормативно-технической документации, имеет царапину на корпусе. В каком состоянии находится прибор?

1.неисправном, но работоспособном

2.нефункционирующем, но исправном

3.исправном и работоспособном

4.неработоспособном и неисправном

8. Исправное состояние – это состояние объекта, при котором он

1.соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации

2.может несоответствовать некоторым требованиям нормативно-технической документации

3.не соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации

4.нет верного ответа

9. Работоспособное состояние – это состояние объекта, при котором

1.значения некоторых параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации

2.значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации

3.значения главного параметра соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации

4. нет верного овета

10. Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта, называется

1.поломка

2.выход из строя

3.отказ

4.авария

Согласована на портале № 52622

11. Неработоспособному состоянию может предшествовать

1.предельное состояние

2.граничное состояние

3.критическое состояние

4.нет верного овтета

12. Состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно, называется

1.ремонтопригодным

2.предельным

3.неработоспособным

4.нефункционирующим

13. Процесс перевода объекта в работоспособное состояние из неработоспособного состояния

1.ремонт

2.наладка

3.восстановление

4.капитальный ремонт

14. Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки называется

1.долговечностью

2.надежностью

3.сохраняемостью

4.безотказностью

15. Свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта называется

1.транспортируемостью

2.долговечностью

3.сохраняемостью

4.ремонтопригодностью

16. Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта называется

1.ремонтопригодностью

2.долговечностью

3.сохраняемостью

4.надежностью

17. Свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования называется

1.безоттказностью

2.сохраняемостью

3.транспортируемостью

4.надежностью

18. Содержание объекта в исправном состоянии в течение установленного срока.называется

1.хранением

2.транспортированием

3.содержанием

4.обслуживанием

19. Жизненный цикл РЭО включает в себя

1.3 стадии

2.4 стадии

3.5 стадий

4.6 стадий

20. Стадия обращения жизненного цикла РЭО включает в себя

Согласована на портале № 52622

1.хранение, транспортирование

2.транспортирование, функциональное использование

3.ремонт, техническое обслуживание

4.нет верного ответа

21. Совокупность работ и организованных мероприятий для поддержания РЭО в постоянной технической исправности называется

1.эксплуатацией РЭО

2.техническим обслуживанием РЭО

3.функциональным использованием РЭО

4. нет верного ответа

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Цели и задачи эксплуатации технических систем.

2. Стадии жизненного цикла технических систем.

3. Стадии разработки научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при проектировании технических систем.

4. Стадии эксплуатации технических систем.

5. Особенности хранения, транспортирования и утилизации электронных средств

6. Классификация состояний технических систем.

7. Стратегии технического обслуживания систем электронных средств.

8. Внешние условия работы систем.

9. Цели, задачи, классификация, программы и методики испытаний радиооборудования

10. Цели, задачи и методы технической диагностики состояния радиооборудования

11. Понятие надежности. Свойства, характеризующие надёжность. Состояния объекта и их характеристики.

Временные параметры, характеризующие надёжность. Основные сведения о расчёте надёжности

12. Показатели безотказности

13. Показатели долговечности

14. Показатели сохраняемости

15. Показатели ремонтопригодности

16. Комплексные показатели надёжности

17. Распределения Пуассона

18. Распределение Эрланга

19. Временные зависимости показателей надёжности для законов распределения наработки на отказ

20. Выбор номенклатуры показателей надёжности. Задание требований по надёжности

21. Нормирование значений величин вероятности безотказной работы и интенсивности отказов (ориентировочный расчёт надёжности)

22. Окончательный расчёт надёжности невосстанавливаемых объектов с учётом режимов работы элементов

23. Окончательный расчёт надёжности восстанавливаемых объектов с учётом режимов работы элементов

24. Разработка требований к надёжности составных частей объекта, исходя из заданной надёжности на объект

25. Методы и средства повышения надёжности РЭО

26. Виды резервирования

27. Методы расчёта надёжности резервированных систем

28. Расчёт общего резервирования с постоянно включенным резервом и с целой кратностью m при отсутствии последействия

29. Расчёт раздельного резервирования с постоянно включенным резервом и с целой кратностью при отсутствии последействия

30. Расчёт общего резервирования с дробной кратностью и с постоянно включенным резервом при отсутствии последействия

31. Расчёт резервирования замещением для случаев облегченного резерва, ненагруженного

Согласована на портале № 52622

резерва и общего нагруженного резервирования с последействием

32. Расчёт скользящего ненагруженного резервирования замещением

33. Виды и планы испытаний на надёжность при проектировании, производстве и эксплуатации изделий

34. Контрольные выборочные испытания на надёжность по методу однократной выборки

35. Контрольные выборочные последовательные испытания на надёжность

36. Контрольные и определительные испытания на ремонтопригодность

37. Определительные испытания на долговечность, на сохраняемость, на безотказность и для оценки комплексных показателей

38. Определительные ускоренные испытания на надёжность с использованием математических и физических методов прогнозирования

39. Статистические характеристики надежности устройств в условиях эксплуатации

14.1.3. Темы домашних заданий

1. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За первые 3000 часов отказало 80 ламп. За интервал времени 3000 – 4000 часов отказало еще 50 ламп. Найти вероятность безотказной работы и вероятность отказа электронных ламп за время 4000 часов.

2. На испытании находилось 1000 однотипных ламп. Число отказавших ламп учитывалось через каждые 1000 часов работы. Данные об отказах ламп сведены в таблице. Требуется определить вероятность безотказной работы, частоту отказов и интенсивности отказов в функции времени, построить графики этих функций. Необходимо также найти среднюю наработку до первого отказа.

3. В течение некоторого времени проводилось наблюдение за работой 3 экземпляров восстанавливаемых изделий. Первый образец проработал 300 часов и имел 1 отказ. Второй образец проработал 600 часов и имел 3 отказа. Третий образец проработал 400 часов и имел 2 отказа. Требуется определить наработку на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий.

4. Система состоит из 5 приборов, имеющих разную надежность. Известно, что каждый из приборов, проработав вне системы 256, 540, 780, 250 и 900 часов, имел 6, 8, 10, 4 и 12 отказов, соответственно. Для каждого из приборов справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо найти наработку на отказ всей системы.

5. Аппаратура связи состоит из 2000 элементов, средняя интенсивность отказов которых 0.33⋅10-5 час-1. Необходимо определить вероятность безотказной работы аппаратуры в течение 200 часов и среднюю наработку до первого отказа

6. Система состоит из трех устройств. Вероятность безотказной работы каждого из них в течение времени t = 100 ч равна: p1(100) = 0.95; p2(100) = 0.96; p3(100) = 0.97. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо вычислить среднюю наработку до первого отказа системы

7. Схема расчета надежности приведена на рисунке. Необходимо найти вероятность безотказной работы изделия, если известны вероятности отказов элементов.

14.1.4. Вопросы на самоподготовку

1. Классификация факторов, влияющих на надежность. Временные параметры, характеризующие надежность. Основные сведения о расчете надежности.

2. Виды состояний объектов. Отказ. Виды отказов. Дефект.

3. Показатели безотказности восстанавливаемых изделий. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Показатели ремонтопригодности.

4. Распределение времени безотказной работы по закону Релея. Распределение времени безотказной работы по закону Вейбулла.

5. Определение интенсивностей отказов элементов РЭО в зависимости от условий работы. Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов

6. Классификация резервирования по способам включения, по методам включения, по кратности. Методы расчета надежности резервированных систем

7. Контрольные выборочные последовательные испытания на надежность. Контрольные и определительные испытания на ремонтопригодность. Определительные испытания на долговечность, сохраняемость, безотказность.

Согласована на портале № 52622

8. Определение доверительного интервала и минимального числа измерений при нормальном распределении времени безотказной работы

14.1.5. Темы лабораторных работ

Статистические исследования производственных погрешностей параметров радиоэлектронного оборудования по методу Монте-Карло в системах MathCAD и MicroCAP

Обработка статистических данных

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

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

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;

Согласована на портале № 52622

– 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 № 52622