

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учрежде-
ние высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой КИПР, проф.
_____ В.Н.Татаринов
" ____ " _____ 2012 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕН-
ТОВ**

По дисциплине Теория надежности
Для специальности 210201 – Проектирование и технология радио-
электронных средств
Факультет радиоконструкторский (РКФ)
Профилирующая кафедра _ Конструирования и производства радио-
аппаратуры (КИПР)

Курс – 3
Семестр – 7

Учебный план набора 2008 г. и последующих лет

Распределение учебного времени

	Всего часов
Лекции	18 часов
Практические занятия	18 часов
Всего ауд. занятий	36 часов
Самостоятельная работа	39 часов
Общая трудоёмкость	75 часов
Зачёт	7 семестр семестр

Разработал:

Доцент каф. КИПР

В.Г. Козлов

СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	3
2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ. ЛЕКЦИИ (18 Ч; САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 18Ч.).....	4
ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
3 УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ.....	5
3.1 Основная литература:.....	5
3.2 Дополнительная литература.....	5
3.3 Перечень методических указаний.....	6
3.4. Самостоятельная работа студентов на практических занятиях: седьмой (осенний) семестр 9 занятий – 18ч, самостоятельная работа 21 ч.....	6
4 СВОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ “ ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ ”	9
5 РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АУДИТОРНОЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТ.....	10
6 ТЕСТЫ И ВОПРОСЫ ПО ТЕОРИИ НАДЁЖНОСТИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	12
6.1 Тесты и по теории надёжности для контроля остаточных знаний.....	12
6.2 Вопросы по теории надёжности для контроля остаточных знаний.....	19

1. Цели и задачи дисциплины, её место в учебном процессе.

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями преподавания дисциплины «Теория надёжности» по специальности 210201 являются:

- ознакомление студентов с основными положениями теории надёжности радиоэлектронных средств (РЭС) и методами обеспечения надёжности;
- ознакомление студентов методами и средствами контроля, диагностирования изделий, с основными теоретическими положениями прогнозирования технического состояния, диагностики.

1.2 Задачи изучения дисциплины:

1.2.1 В результате изучения курса студенты должны иметь представление:

- о конструктивно-эксплуатационных свойствах РЭС.

1.2.2. В результате изучения курса студенты должны знать и уметь использовать:

- основы теории надёжности РЭС;
- количественные характеристики надёжности невосстанавливаемых и восстанавливаемых устройств;
- методы испытания на надёжность;
- статистические характеристики надёжности устройств в условиях производства и эксплуатации и методы обработки статистических данных по надёжности РЭС;
- методы обработки результатов испытаний с целью определения показателей надёжности;
- надёжность резервированных систем: методы и средства повышения надёжности РЭС, методы расчёта надёжности резервированных систем;
- уметь, исходя из заданной надёжности на устройство или блок, произвести разработку требований к надёжности узлов и элементов;
- современную вычислительную технику при исследовании технических систем и для решения прикладных задач надёжности и диагностики;
- основные положения теории прогнозирования технического состояния.

1.3. Перечень дисциплин и разделов (тем), необходимых студентам для изучения данной дисциплины.

Данная дисциплина является общей профессиональной дисциплиной по выбору (ОПДВ.1) в цикле рабочего учебного плана. Она базируется на знаниях полученных при изучении физики, математики, теории вероятностей, информатики, метрологии. Дисциплина является базовой для специальных дисциплин, а также для дипломного проектирования.

2. Содержание дисциплины. Лекции (18 ч; самостоятельная работа 18ч.)

2.1. Наименование тем, их содержание, объём в часах лекционных занятий.

2.1.1 Тема 1. Введение: основные понятия и определения теории надежности. Организация самостоятельной работы студентов, рейтинговая оценка успеваемости (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.2 Тема 2. Виды объектов, виды состояний объектов и характеристики состояний объектов (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.3 Тема 3. Количественные характеристики надёжности-показатели надёжности (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.4 Тема 4. Распределения Пуассона, Эрланга и временные зависимости показателей надежности для законов распределения наработки на отказ, характерных для участка приработки и участка постепенных износных отказов (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.5 Тема 5. Выбор номенклатуры показателей надёжности и задание требований по надёжности (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.6 Тема 6. Расчёт надежности по внезапным отказам (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.7 Тема 7. Надёжность резервированных систем (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.8 Тема 8. Испытания на надёжность (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.9 Тема 9. Статистические характеристики надёжности устройств в условиях испытаний и эксплуатации. Заключение (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

3. Учебно-методические материалы по дисциплине и самостоятельная работа студентов на практических занятиях

3.1. Основная литература.

3.1.1. Теория надежности: Учебное пособие / Козлов В. Г. - Томск, ТУСУР, – 2012. 138 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1274>.

3.1.2. Государственный экзамен по специальности 160905 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»: Учебное пособие для подготовки студентов к сдаче теоретической части Государственного экзамена / Козлов В. Г., Масалов Е. В., Шостак А. С., Татаринов В. Н. - Томск, ТУСУР, – 2012. 171 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1256>.

3.1.3. Государственный экзамен по специальности 210201 – «Проектирование и технология радиоэлектронных средств». Методические материалы для подготовки студентов к сдаче теоретической части Государственного экзамена / В.Г.Козлов, Д.В.Озёркин, А.С.Шостак и др.; Под редакцией Д.В.Озёркина. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 194 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1225>.

3.2. Дополнительная литература.

3.2.1. Основы теории надежности. Практикум: Учебное пособие для вузов / А. М. Половко, С. В. Гуров. – СПб: БХВ - Петербург, 2006. 557 с. Экземпляры всего: 20, анл (3), счз1 (1), счз5 (1), аул (15).

3.2.2. Основы теории надежности : Учебное пособие для вузов / А. М. Половко , С. В. Гуров.– СПб. : БХВ -Петербург, 2006. - 702 с. Экземпляры всего: 30, анл (5), счз1 (1), счз5 (1), аул (23)

3.2.3. Раводин О. М. Надежность, контроль и диагностика ЭВС и программного обеспечения : учебное пособие.- Томск : ТМЦДО, 2006. - 159 с. Экземпляры всего: 19, счз1 (2), счз5 (2), анл (2), аул (13).

3.2.4. Леонов А.И., Дубровский Н.Ф. Основы технической эксплуатации бытовой РЭА. – М.: Легпромбытиздат, 1991. - 272 с. Экземпляры всего: 5, анл (2), аул (3).

3.2.5. Сборник задач по теории надежности: сборник задач / А. М. Половко [и др.] ; ред. А. М. Половко, ред. И. М. Маликов. - М.: Советское радио, 1972. - 406с. Экземпляры всего: 12, аул (4), анл (2), счз1 (3), счз5 (3).

3.2.6. Конструирование и производство радиоаппаратуры : Учебное пособие / ред. А. К. Майер. - Томск : Издательство Томского университета, 1984. - 352 с. Экземпляры всего: 125, счз1 (4), счз5 (2), аул (114), анл (5).

3.2.7. Серафинович Л.П. Расчёт надёжности и конструирование радиоэлектронной аппаратуры: Справочное руководство. – Томск: : Издательство Томского университета, 1972. - 210 с. Экземпляры всего: 99, аул (86), анл (4), счз1 (7), счз5 (2).

3.2.8. Серафинович Л.П. Статистическая обработка опытных данных. – Томск: изд. Томск. ун-та, 1980. - 73 с. Экземпляры всего: 46, анл (33), аул (5), счз1 (8).

3.2.9. Серафинович Л.П. Статистическая обработка опытных данных: учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 1999. - 66 с. Экземпляры всего: 93, анл (10), аул (68), счз1 (5), счз5 (10).

3.2.10. Техническая диагностика и ремонт бытовой радиоэлектронной аппаратуры : Учебное пособие для вузов / Б. П. Хабаров, Г. В. Куликов, А. А. Парамонов ; ред. : Г. В. Куликов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2004. - 376 с. Экземпляры всего: 32, анл (5), счз1 (1), счз5 (1), аул (25).

3.2.11. Яншин А.А. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА : учебное пособие для вузов. - М. : Радио и связь, 1983. - 311 с. Экземпляры всего: 60, анл (19), счз1 (3), счз5 (5), аул (33)

3.3. Перечень методических указаний

3.3.1. Методические указания для проведения практических занятий/ Козлов В. Г. - Томск, ТУСУР, – 2012. 5 с.
[//edu.tusur.ru/training/publications/1272](http://edu.tusur.ru/training/publications/1272).

3.3.2. Обработка статистических данных, полученных при испытаниях на надёжность или при эксплуатации радиоэлектронных средств. Описание лабораторной работы по дисциплине «Теория надёжности» Томск, ТУСУР, – 2012. 15 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1273>

3.3.3. Основы проектирования электронных средств. Методическое пособие / Козлов В.Г., Кобрин Ю.П., Кондаков А.К.- Томск, ТУСУР, 2006,- 141с. (<http://edu.tusur.ru/training/publications/1048>).

3.3. 4. Озёркин Д. В. Теория надежности : Компьютерный лабораторный практикум для студентов специальности 210201. – Томск: ТУСУР, 2012. - 127 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1356>.

3.3.5. Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов. По дисциплине «Теория надежности» для специальности 210201 / Козлов В. Г. - Томск, ТУСУР, – 2012. 20 с. [//edu.tusur.ru/training/publications/](http://edu.tusur.ru/training/publications/) .

3.4. Самостоятельная работа студентов на практических занятиях: седьмой (осенний) семестр 9 занятий – 18ч, самостоятельная работа 21 ч.

3.4.1 Цель практических занятий и особенности их проведения

Цель и задача проведения практических занятий - практическое освоение методов расчёта показателей надёжности, расчёта надёжности изделий, расчёта надёжности резервированных РЭС, расчёта надёжности при выборочных испытаниях и расчёта статистических характеристик надёжности. Практические (семинарские) занятия направлены на закрепление и расширение знаний, полученных на лекциях и при изучении рекомендованной литературы согласно рабочей программе дисциплины. Предусмотрены практические занятия с решением задач. В ходе практических занятий проводится оценивание теоретических знаний и умений студентов по итогам решения задач. Практические (семинарские) занятия проводятся в увязке с рассмотрением соответствующих вопросов на лекциях

Темы практических занятий с решением задач (9 занятий по 2 часа, самостоятельная работа 21 час).

1. Расчёт показателей надёжности невосстанавливаемых изделий (2 часа, самостоятельная работа 2 часа).

2. Расчёт показателей надёжности восстанавливаемых изделий (2 часа, самостоятельная работа 2 часа).

3. Ориентировочный расчет надёжности (2 часа, самостоятельная работа 2 часа).

4. Окончательный расчет надёжности (2 часа, самостоятельная работа 3 часа).

5, 6. Расчет надёжности резервированных РЭС (4 часа, самостоятельная работа 4 часа).

7. Расчет надёжности при выборочных испытаниях (2 часа, самостоятельная работа 2 часа).

8,9. Расчет статистических характеристик надёжности (4 часа, самостоятельная работа 6 часов).

Занятия с первого по шестое проводятся с использованием задачника 3.2.5. из списка дополнительной литературы. Седьмое занятие проводится с использованием основной литературы 3.11. При этом студентам выдаются в зависимости от номера варианта приведённые ниже задачи для самостоя-

тельной работы по теме: контрольные выборочные испытания на надёжность по методу однократной выборки.

Задача 1

Известно, что значение нижнего браковочного уровня вероятности безотказной работы изделий $P_2(t_T)$ для гарантированного времени t_T при риске заказчика β . Требуется рассчитать план контроля надёжности при $n/N < 0,1$.

Значения величин $P_2(t_T)$, β и t_T приведены в таблице 1 и зависят от номера варианта, представляющего трёхзначное число.

Таблица 10

Первая цифра номера варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$P_2(t_T)$	0,9	0,94	0,92	0,93	0,95	0,97	0,91	0,92	0,93	0,94
Вторая цифра номера варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
β	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
Третья цифра номера варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
t_T , час	300	400	500	250	350	450	550	330	480	600

Задача 2

Известно, что для принимаемой партии изделий верхний браковочный уровень вероятности безотказной работы P_1 (при риске поставщика α), а нижний браковочный уровень вероятности безотказной работы P_2 (при риске заказчика β) для гарантированного времени t_T . Требуется рассчитать план контроля надёжности.

Значения $P_2(t_T)$, β и t_T приведены в таблице 1 и зависят от номера варианта, представляющего трёхзначное число, а значения $P_1(t_T)$ и α приведены в таблице 2.

Таблица 2

Первая цифра номера варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$P_1(t_T)$	0,92	0,95	0,93	0,96	0,97	0,98	0,93	0,94	0,95	0,95
Вторая цифра номера варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
α	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2

Задача 3

Известно браковочное значения вероятности P_2 для гарантированного времени t_{Γ} и риск заказчика β . Отношение времени испытаний $t_{И}$ к гарантированному времени безотказной работы t_{Γ} равно $t_{И} / t_{\Gamma}$.

Требуется рассчитать план контроля надёжности при экспоненциальном законе распределения вероятности безотказной работы..

Значения $P_2(t_{\Gamma})$, β и t_{Γ} приведены в таблице 1 и зависят от номера варианта, представляющего трёхзначное число, а значение отношения $t_{И} / t_{\Gamma}$ приведено в таблице 3.

Таблица 3

Первая цифра номера варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$t_{И} / t_{\Gamma}$	0,1	0,2	0,5	0,2	0,1	0,5	0,1	0,2	0,5	0,2

Восьмое и девятое занятия проводятся с использованием методических указаний 3.3.2 и пособий 3.2.8 и 3.2.9 из списка дополнительной литературы. Одну часть из предложенных задач студенты решают на занятиях, а другая часть выдаётся им для самостоятельной работы в виде индивидуального домашнего задания.

Опрос и проверка остаточных знаний по вопросам проводятся как во время практических занятий, так и во время лекций.

4. Сводные данные по самостоятельной работе студентов по дисциплине “ Теория надёжности ”

Для успешного усвоения дисциплины студент должен систематически изучать лекционный материал и выполнять практические задания и активно работать на практических занятиях. Источники из перечня обязательной, дополнительной и методической литературы содержат необходимый объём материалов для освоения дисциплины.

Для систематического изучения лекционного материала студенту выделяется 18 часов самостоятельной работы.

Для успешной работы на практических (семинарских) занятиях студенту выделяется 21 час самостоятельной работы. Таблица 4.1 содержит сводные данные по самостоятельной работе студентов.

Таблица 4.1 Сводные данные по СРС

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1.	Проработка лекционного материала	18	Опрос для проверки остаточных знаний на лекциях
2.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	21	Опрос и проверка остаточных знаний по вопросам на практических занятиях
	Всего часов самостоятельной работы	39	

5. Рейтинговая система оценки качества аудиторной и самостоятельной работ

По дисциплине «Теория надежности» устанавливается рейтинговая система учета и контроля учебной деятельности студентов. Распределение баллов в течение семестра приведено в таблице 5.1.

Оценка текущих знаний студентов определяется в соответствии с «Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов» (приказ ректора от 25.02.2010 № 1902).

Максимальный объем рейтинговой оценки знаний студентов по данной дисциплине составляет 100 баллов.

Студенты, набравшие 60 баллов и более, автоматически получают зачет; набравшие менее 60 баллов, для получения зачета проходят отдельное собеседование с преподавателем по темам дисциплины.

Таблица 5.1 - Балльные оценки для элементов контроля знаний (зачет).

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1 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
Посещение занятий	16	14	12	42
Выполнение практических занятий, защита результатов и проверка остаточных знаний по вопросам	16	17	17	50
Компонент своевременности	2	3	3	8
Итого максимум за период:	34	34	32	100
Сдача зачета				
Нарастающим итогом	34	68	100	100

Пересчет баллов в оценки традиционную и международную за контрольные точки осуществляется согласно положению о рейтинговой системе и приведен в таблицах 5.2., 5.3.

Таблица 5.2 - 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

Внутрисеместровая аттестация за КТ-1 и КТ-2 производится согласно следующей рейтинговой раскладке:

Оценка за КТ-1	Оценка за КТ-2
«ОТЛ» 29...34 баллов	«ОТЛ» 57...68 баллов
«ХОР» 21...28 баллов	«ХОР» 45...56 баллов
«УДОВ» 13...16 баллов	«УДОВ» 34...44 баллов
«НЕУД» менее 13 баллов	«НЕУД» менее 34 баллов

Таблица 5.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов	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	E (посредственно)
	60 - 64	
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Бальная оценка выполнения практических занятий по дисциплине «Теория надежности» в течение семестра приведена в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Бальная оценка выполнения практических занятий

№ зан.	Тема практических занятий	Количество баллов
1	Расчёт показателей надёжности невосстанавливаемых изделий	5
2	Расчёт показателей надёжности восстанавливаемых изделий	5
3	Ориентировочный расчет надёжности	5
4	Окончательный расчет надёжности	10
5	Расчет надёжности резервированных РЭС	5
6	Расчет надёжности резервированных РЭС	5
7	Расчет надёжности при выборочных испытаниях	5
8, 9	Расчет статистических характеристик надёжности	10
	Всего баллов	50

Согласно действующему положению о рейтинговой системе текущая посещаемость и рейтинговые баллы фиксируются в групповом журнале преподавателя. В контрольные точки семестра текущий рейтинг по дисциплине фиксируется в ведомости текущей успеваемости, передаваемой в деканат.

6 Тесты и вопросы по теории надёжности для контроля остаточных знаний в результате самостоятельной работы студентов

6.1 Тесты и по теории надёжности для контроля остаточных знаний

Указание к тестам: следует перечислить номера правильных ответов.

Тест 1

Каждое отдельное несоответствие изделия или его элемента установленным требованиям это:

- 1- **дефект;**
- 2- **повреждение;**
- 3- **отказ.**

Тест 2

Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта это:

- 1- **дефект;**
- 2- **повреждение;**
- 3- **отказ.**

Тест 3

Событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния это:

- 1- **дефект;**
- 2- **повреждение;**
- 3- **отказ.**

Тест 4

Состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации это:

- 1- **исправное состояние (исправность);**
- 2- **работоспособное состояние (работоспособность);**
- 3- **предельное состояние;**
- 4- **неисправное состояние (неисправность);**
- 5- **неработоспособное состояние (неработоспособность).**

Тест 5

Состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации это:

- 1- **исправное состояние (исправность);**
- 2- **работоспособное состояние (работоспособность);**
- 3- **предельное состояние;**
- 4- **неисправное состояние (неисправность);**
- 5- **неработоспособное состояние (неработоспособность).**

Тест 6

Состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно это:

- 1- **исправное состояние (исправность);**
- 2- **работоспособное состояние (работоспособность);**
- 3- **предельное состояние;**
- 4- **неисправное состояние (неисправность);**
- 5- **неработоспособное состояние (неработоспособность).**

Тест 7

Отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния это:

- 1- **ресурсный отказ;**
- 2- **внезапный отказ;**

- 3- постепенный отказ;**
- 4- скрытый отказ;**
- 5- явный отказ.**

Тест 8

Отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких параметров объекта это:

- 1- ресурсный отказ;**
- 2- внезапный отказ;**
- 3- постепенный отказ;**
- 4- скрытый отказ;**
- 5- явный отказ.**

Тест 9

Отказ, возникающий в результате постепенного изменения значений одного или нескольких параметров объекта это:

- 1- ресурсный отказ;**
- 2- внезапный отказ;**
- 3- постепенный отказ;**
- 4- скрытый отказ;**
- 5- явный отказ.**

Тест 10

Самоустраняющийся отказ или однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора это:

- 1- перемежающийся отказ;**
- 2- внезапный отказ;**
- 3- сбой;**
- 4- скрытый отказ.**

Тест 11

Многократно возникающий самоустраняющийся отказ одного и того же характера это:

- 1- перемежающийся отказ;**
- 2- внезапный отказ;**
- 3- сбой;**
- 4- скрытый отказ.**

Тест 12

Наработка может быть:

- 1- отрицательной величиной;**
- 2- непрерывной величиной;**
- 3- целочисленной величиной;**
- 4- мнимой величиной;**
- 5- комплексной величиной.**

Тест 13

Суммарная наработка, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния это:

- 1- рекомендуемая наработка;**
- 2- назначенный срок службы;**
- 3- назначенный ресурс;**
- 4- рекомендуемое время работы.**

Тест 14

Календарная продолжительность эксплуатации, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния это:

- 1- рекомендуемая наработка;**
- 2- назначенный срок службы;**
- 3- назначенный ресурс;**
- 4- рекомендуемое время работы.**

Тест 15

Показатель надёжности это:

- 1- качественная характеристика** одного или нескольких свойств, составляющих надёжность объекта;
- 2- количественная характеристика** одного или нескольких свойств, составляющих надёжность объекта;
- 3- количественная характеристика** качества объекта;
- 4- качественная характеристика** количества объекта.

Тест 16

Комплекс работ (операций) для поддержания РЭС в исправном или работоспособном состоянии при подготовке и применении по назначению, хранении и транспортировании это:

- 1- ремонт;**
- 2- техническое обслуживание;**
- 3- технический ремонт;**
- 4- ремонтное обслуживание.**

Тест 17

Комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности и восстановлению ресурсов РЭА или её составных частей

- 1- ремонт;**
- 2- техническое обслуживание;**
- 3- технический ремонт;**

4- ремонтное обслуживание.

Тест 18

Восстановление это:

1- процесс перевода объекта в работоспособное состояние из исправного состояния;

2- процесс перевода объекта в работоспособное состояние из неработоспособного состояния;

3- процесс перевода объекта в исправное состояние из неработоспособного состояния;

4- процесс перевода объекта в предельное состояние из неработоспособного состояния.

Тест 19

Вероятность безотказной работы $P(t)$ объекта в интервале наработки от 0 до t включительно определяют как

1- $P(t) = P\{x_{\text{ниж}}(t_1) < x(t_1) < x_{\text{верх}}(t_1)\}; \quad 0 < t_1 \leq t;$

2- $P(t) = n(\Delta t) / (N \cdot \Delta t);$

3- $P(t) = n(t) / N;$

4- $P(t) = 1 - n(t) / N;$

5- $P(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda(t) \cdot dt\right].$

Тест 20

Вероятность безотказной работы $P(t)$ и вероятность отказа $Q(t)$ связаны с функцией распределения $F(t)$ и плотностью распределения $f(t)$ наработки до отказа:

1- $F(t) = 1 - Q(t)$

2- $F(t) = Q(t) = 1 - P(t);$

3- $Q(t) = \int_0^t f(t) \cdot dt = F(t);$

4- $f(t) = -dF(t) / dt = dP(t) / dt;$

5- $f(t) = dF(t) / dt = -dP(t) / dt.$

Тест 21

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ определяют по формуле

1- $\lambda(t) = f(t) / Q(t);$

2- $\lambda(t) = f(t) / [1 - Q(t)];$

3- $\lambda(t) = dP(t) / dt;$

4- $\lambda(t) = -f(t) / [1 - Q(t)];$

$$5- \lambda t = f t / P(t) ;$$

$$6- \lambda t = [n \cdot t + \Delta t] - n t] / [N - n t] \cdot \Delta t .$$

Тест 22

Среднюю наработку до отказа T_1 вычисляют по формуле:

$$1- T_1 = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt ;$$

$$2- T_1 = \int_0^{\infty} t \cdot \lambda(t) dt ;$$

$$3- T_1 = 1 / \lambda ;$$

$$4- T_1 = \int_0^t P(t) dt ;$$

$$5- T_1 = \left(\sum_{i=1}^N t_i \right) / N ;$$

$$6- T_1 = \int_0^{\infty} P t dt ;$$

$$7- T_1 = \int_0^{\infty} Q t dt .$$

Тест 23

Среднюю наработку на отказ (наработку на отказ) T вычисляют по формуле:

$$1- T = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt ;$$

$$2- T = \int_0^{\infty} t \cdot \lambda(t) dt ;$$

$$3- T = \int_0^t P(t) dt ;$$

$$4- T = \left(\sum_{i=1}^N t_i \right) / N ;$$

$$5- T = \int_0^{\infty} Q t dt .$$

Тест 24

Коэффициент готовности K_{Γ} вычисляют по формуле:

$$1- K_{\Gamma} = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \exp[-\lambda + \mu \cdot t];$$

$$2- K_{\Gamma} = \frac{\mu}{\lambda + \mu};$$

$$3- K_{\Gamma} = T / (T + T_{\text{в}});$$

$$4- K_{\Gamma} = T_{\text{в}} / (T + T_{\text{в}});$$

$$5- K_{\Gamma} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu};$$

$$6- K_{\Gamma} = 1 - K_{\Pi}.$$

Тест 25

Коэффициент готовности K_{Γ} вычисляют по формуле:

$$1- K_{\Pi} = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \exp[-\lambda + \mu \cdot t];$$

$$2- K_{\Pi} = \frac{\mu}{\lambda + \mu};$$

$$3- K_{\Pi} = T / (T + T_{\text{в}});$$

$$4- K_{\Pi} = T_{\text{в}} / (T + T_{\text{в}});$$

$$5- K_{\Pi} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu};$$

$$6- K_{\Pi} = 1 - K_{\Gamma}.$$

Тест 26

Коэффициент технического использования $K_{\text{ТИ}}$ вычисляют по формуле:

$$1- K_{\text{ТИ}} = K_{\Gamma} \cdot \exp(-\lambda t);$$

$$2- K_{\text{ТИ}} = T / (T + T_{\text{в}});$$

$$3- K_{\text{ТИ}} \approx T / (T + T_{\text{в}} + T_{\text{ТО}});$$

$$4- K_{\text{ТИ}} = 1 - K_{\Pi};$$

$$5- K_{\text{ТИ}} = T / [T + T_{\text{в}} + T_{\text{ТО}} \cdot (T / \tau_{\text{ТО}})].$$

Тест 27

Коэффициент оперативной готовности $K_{\text{ОГ}}(t)$ вычисляют по формуле:

$$1- K_{\text{ОГ}} t = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \exp[-\lambda + \mu \cdot t];$$

$$2- K_{\text{ОГ}}(t) = K_{\Gamma} \cdot \exp(-\lambda t);$$

$$3- K_{\text{ОГ}} t = K_{\Gamma} + K_{\Pi} \cdot \exp[-\lambda + \mu \cdot t];$$

$$4- K_{\text{ОГ}}(t) = K_{\Pi} \cdot \exp(-\lambda t);$$

$$5- K_{\text{ОГ}} t = K_{\Gamma} + K_{\Pi} \cdot \exp[-\lambda + \mu \cdot t].$$

Тест 28

Нестационарный коэффициент готовности $k_{\Gamma}(t)$, называемый также функцией готовности вычисляют по формуле:

$$1- k_{\Gamma}(t) = K_{\Gamma} \cdot \exp(-\lambda t);$$

$$2- k_{\Gamma}(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \exp[-(\lambda + \mu) \cdot t];$$

$$3- k_{\Gamma}(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} + \frac{\mu}{\lambda + \mu} \exp[-(\lambda + \mu) \cdot t];$$

$$4- k_{\Gamma}(t) = K_{\Pi} + K_{\Gamma} \cdot \exp[-(\lambda + \mu) \cdot t];$$

$$5- k_{\Gamma}(t) = K_{\Gamma} + K_{\Pi} \cdot \exp[-(\lambda + \mu) \cdot t].$$

6.2 Вопросы по теории надёжности для контроля остаточных знаний

1 Понятие надёжности.

2 Свойства, характеризующие надёжность: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.

3 Виды состояний объектов: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное, предельное.

4 Виды отказов: ресурсный, зависимый, независимый, внезапный, постепенный, перемежающийся, явный, скрытый, конструктивный, производственный, эксплуатационный, деградиационный, полный, частичный, сбой. Дефект.

5 Показатели безотказности невосстанавливаемых изделий: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, гамма- процентная наработка до отказа, функция распределения наработки до отказа- вероятность отказа, плотность распределения наработки до отказа- частота отказов, интенсивность отказов.

6 Показатели безотказности восстанавливаемых изделий: средняя наработка на отказ, параметр потока отказов и осреднённый параметр потока отказов.

7 Комплексные показатели безотказности восстанавливаемых изделий: коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования, коэффициент сохранения эффективности.

8 Ориентировочный расчет надёжности

9 Окончательный расчет надёжности

10 Расчёт показателей надёжности невосстанавливаемых изделий

11 Виды резервирования.

12 Основной, резервный и резервируемый элементы.

13 Кратность резервирования, дублирование.

14 Классификация резерва в зависимости от режима работы (нагруженный, облегчённый, ненагруженный).

15 Классификация резервирования по способам включения (общее, отдельное, смешанное), по методам включения (постоянное, замещением), по кратности (скользящее, целой или дробной кратности).

16 Методы расчёта надёжности резервированных систем.

17 Расчёт общего резервирования с постоянно включенным резервом и с целой кратностью m при отсутствии последствия.

18 Расчёт отдельного резервирования с постоянно включенным резервом и с целой кратностью при отсутствии последствия.

19 Обработка статистических данных: простой статистический ряд; построение вариационного ряда.

20 Обработка статистических данных: методы исключения грубых ошибок. 21 Расчёт и построение гистограмм, полигонов.

22 Обработка статистических данных: расчёт согласия по критерию Колмогорова.