

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова»
(КБГУ)

Институт электроники, робототехники и искусственного интеллекта

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП
Ташев Р.Ш. Р.Ш. Ташев

« 12 » февраля 2025 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
Б1.В. 07 «Надежность радиотехнических систем»**

Специальность

11.05.01 Радиозлектронные системы и комплексы

Специализация

Радиозлектронные системы передачи информации

Квалификация (степень) выпускника

Инженер

Форма обучения

Очная

Нальчик 2025

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУН)
<p>ПК-3. Способен к проведению диагностики и проверки на работоспособность при эксплуатации составных частей радиоэлектронных систем и комплексов.</p>	<p>ПК-3.1 Способен составлять алгоритм проведения диагностических операций, оценивать точность и достоверность результатов</p>	<p>Знать Способы составления алгоритмов Проведения диагностических операций, оценивать точность и достоверность результатов.</p>
	<p>ПК-3.2 Способен диагностировать и оценивать техническое состояние радиоэлектронных устройств и составных частей радиоэлектронных систем и комплексов.</p>	<p>Уметь диагностировать и оценивать техническое состояние радиоэлектронных устройств и составных частей радиоэлектронных систем и комплексов.</p>
	<p>ПК-3.3 Способен использовать необходимые виды и формы эксплуатационной документации для представления результатов диагностики.</p>	<p>Владеть способами использования необходимых видов и форм эксплуатационной документации для представления результатов диагностики.</p>
<p>ПК-4. Способен к проведению диагностики, оценки качества и надежности в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов.</p>	<p>ПК-4.1. Способен учитывать специфику и особенности различного назначения радиоэлектронных систем и комплексов при оценке эффективности работы функциональных узлов и частей радиоэлектронной аппаратуры.</p>	<p>Знать специфику и особенности различного назначения радиоэлектронных систем и комплексов при оценке эффективности работы функциональных узлов и частей радиоэлектронной аппаратуры.</p>
	<p>ПК-4.2 Способен контролировать проведение диагностики и определять категории оценки качества на надежность, долговечность и безотказность работы радиоэлектронных систем и их составных частей.</p>	<p>Уметь контролировать проведение диагностики радиоэлектронных систем и их составных частей.</p>
	<p>ПК-4.2 Способен контролировать проведение диагностики и определять категории оценки качества на надежность, долговечность и безотказность работы радиоэлектронных систем и их составных частей.</p>	<p>Владеть методами оценки качества на надежность, долговечность и безотказность работы радиоэлектронных систем и их составных частей.</p>

2. Шкала оценивания планируемых результатов обучения

2.1 Текущий контроль

Оценка результатов текущей успеваемости в рамках контрольных точек осуществляется посредством 70-балльной системы, при этом за добросовестное посещение занятий обучающийся может набрать до 10 баллов, за качественное прохождение оценочных мероприятий - до 60 баллов.

Карта распределения рейтинговых баллов в рамках текущего контроля

Таблица 2

№	Оценочное средство	Форма проведения	Порядок проведения	Максимальное количество баллов	Критерии оценивания
1	Практическая работа №1 «Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия».	письменная	Работа включает в себя две задачи, выполняется каждым студентом индивидуально.	6	6 – все задачи решены верно; 4 – 2 задачи решены, или 2 задачи решены верно; 2 – решена одна задача или правильно решена одна задача; 0 – не решена ни одна задача, верно не решена ни одна задача.
2	Практическая работа №2 «Аналитическое определение количественных характеристик надёжности изделия».	письменная	Работа включает в себя две задачи, выполняется каждым студентом индивидуально.	5	5 – все задачи решены верно; 4 – 2 задачи решены, или 2 задачи решены верно; 2 – решена одна задача или правильно решена одна задача; 0 – не решена ни одна задача, верно не решена ни одна задача.
3	Практическая работа №3 «Последовательное соединение элементов в систему».	письменная	Работа включает в себя две задачи, выполняется каждым студентом индивидуально.	6	6 – все задачи решены верно; 4 – 2 задачи решены, или 2 задачи решены верно; 2 – решена одна задача или правильно решена одна задача; 0 – не решена ни одна задача, верно не

					решена ни одна задача. выполнены или все задания выполнены неверно
4	Практическая работа №4 «Расчет надежности системы с постоянным резервированием».	письменная	Работа включает в себя две задачи, выполняется каждым студентом индивидуально.	6	6 – все задачи решены верно; 4 – 2 задачи решены, или 2 задачи решены верно; 2 – решена одна задача или правильно решена одна задача; 0 – не решена ни одна задача, верно не решена ни одна задача.
5	Практическая работа №5 «Расчет надежности системы с поэлементным резервированием».	письменная	Работа включает в себя две задачи, выполняется каждым студентом индивидуально.	6	6 – все задачи решены верно; 4 – 2 задачи решены, или 2 задачи решены верно; 2 – решена одна задача или правильно решена одна задача; 0 – не решена ни одна задача, верно не решена ни одна задача.
6	Практическая работа №6 «Расчет показателей надежности резервированных устройств с учетом восстановления».	письменная	Работа включает в себя две задачи, выполняется каждым студентом индивидуально.	5	5 – все задачи решены верно; 4 – 2 задачи решены, или 2 задачи решены верно; 2 – решена одна задача или правильно решена одна задача; 0 – не решена ни одна задача, верно не решена ни одна задача.
7	Практическая работа №7 «Общие задачи оценки надежности электронных средств».	письменная	Работа включает в себя две задачи, выполняется каждым студентом индивидуально.	6	6 – все задачи решены верно; 4 – 2 задачи решены, или 2 задачи решены верно; 2 – решена одна задача или правильно решена одна задача; 0 – не решена ни одна задача, верно не решена ни одна задача.

8	Тесты по 1 контрольной точке	с применением ДТ	Студент проходит компьютерное тестирование в ЭИОС.	5	Количество баллов пропорционально количеству правильных ответов
9	Тесты по 2 контрольной точке	с применением ДТ	Студент проходит компьютерное тестирование в ЭИОС.	5	Количество баллов пропорционально количеству правильных ответов
10	Коллоквиум по 1 контрольной точке	письменная	Студенты отвечают письменно на вопросы коллоквиума	5	5– ответы полные, точные, демонстрируют глубокое понимание темы, аргументация логична; 4 – ответы в основном правильные, но содержат незначительные ошибки; 3- ответы недостаточно полные; 2 – ответы частичные, содержат ошибки или требуют наводящих вопросов; 1-ответы не на все вопросы, частичные. 0 – ответы отсутствуют или полностью неверные.
11	Коллоквиум по 2 контрольной точке	письменная	Студенты отвечают письменно на вопросы коллоквиума	5	5– ответы полные, точные, демонстрируют глубокое понимание темы, аргументация логична; 4 – ответы в основном правильные, но содержат незначительные ошибки; 3- ответы недостаточно полные; 2 – ответы частичные, содержат ошибки или требуют наводящих вопросов; 1-ответы не на все вопросы, частичные. 0 – ответы

					отсутствуют или полностью неверные.
	Итого:			60	

Карта распределения баллов в рамках промежуточной аттестации

Таблица 3

№	Оценочное средство	Форма проведения	Порядок проведения	Максимальное количество баллов	Критерии оценивания
1	Билет для зачета	Устный опрос	Билет содержит 2 теоретических вопроса. На теоретические вопросы студент должен ответить устно.	Теоретические вопросы – 30 баллов.	<p><u>Критерии оценивания теоретических вопросов:</u></p> <p>25 до 30 баллов: Глубокий уровень владения материалом, точное знание ключевых концепций, способность анализировать и интерпретировать факты, грамотно строить высказывания, привести примеры, свободно оперировать терминологией.</p> <p>От 19 до 24 баллов: Базовое владение предметом, умение последовательно раскрыть основную мысль вопроса, грамотное применение терминов, наличие</p>

					<p>существенных элементов анализа и обобщений, но недостаточное развертывание или отдельные неточности.</p> <p>От 13 до 18 баллов: Частичное освоение материала, попытка объяснить основной смысл вопроса, использование некоторых базовых терминов, но отсутствие глубокого понимания сложных моментов, логические недостатки изложения, отсутствие выводов.</p> <p>От 7 до 12 баллов: Ошибочные представления, слабо выраженное владение основными понятиями, значительные затруднения в интерпретации вопросов, существенные фактологические ошибки, отсутствие обоснованных выводов и примеров.</p>
--	--	--	--	--	---

					От 0 до 6 баллов: Полное непонимание темы, неспособность сформулировать адекватный ответ, грубые ошибки, несоответствие требованиям задания.
--	--	--	--	--	--

3. Оценочные материалы для текущего и промежуточного контроля успеваемости

3.1. Оценочные материалы для текущего контроля

Практическая работа 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ ОБ ОТКАЗАХ ИЗДЕЛИЯ.

1. На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 ч отказало 50 изделий. За интервал времени 4000 - 4100 ч отказало ещё 20 изделий. Требуется определить $f^*(t)$, $A^*(t)$ при $t=4000$ ч.
2. На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 ч отказало 50 изделий. Требуется определить $p^*(t)$ и $q^*(t)$ при $t=4000$ ч.
3. В течение 1000 ч из 10 гироскопов отказало 2. За интервал времени 1000 - 1100 ч отказал еще один гироскоп. Требуется определить $f^*(t)$, $A^*(t)$ при $t=1000$ ч.
4. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За первые 3000 ч отказало 80 ламп. За интервал времени 3000 - 4000 ч отказало еще 50 ламп. Требуется определить $p^*(t)$ и $q^*(t)$ при $t=4000$ ч.
5. На испытание поставлено 1000 изделий. За время $t=1300$ ч вышло из строя 288 штук изделий. За последующий интервал времени 1300 - 1400 ч вышло

- из строя еще 13 изделий. Необходимо вычислить p^* при $t=1300$ ч и $t=1400$ ч; $f^*(t)$, $A^*(t)$ при $t=1300$ ч.
6. На испытание поставлено 45 изделий. За время $t=60$ ч вышло из строя 35 штук изделий. За последующий интервал времени 60-65 ч вышло из строя еще 3 изделия. Необходимо вычислить $p^*(t)$ при $t=60$ ч и 1-65 ч; $f^*(t)$, $A^*(t)$ при $t=60$ ч.
 7. На испытание поставлено 8 однотипных изделий. Получены следующие значения t_i (t_i - время безотказной работы i -го изделия): $t_1=560$ ч; $t_2=700$ ч; $t_3=800$ ч; $t_4=650$ ч; $t_5=580$ ч; $t_6=760$ ч; $t_7=920$ ч; $t_8=850$ ч. Следует определить статистическую оценку среднего времени безотказной работы изделия.
 8. За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зарегистрировано 6 отказов. Время восстановления составило: $t_1=15$ мин; $t_2=20$ мин; $t_3=10$ мин; $t_4=28$ мин; $t_5=22$ мин; $t_6=30$ мин. Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры.
 9. На испытание поставлено 1000 изделий. За время $t=11000$ ч вышло из строя 410 изделий. За последующий интервал времени 11000-12000 ч вышло из строя еще 40 изделий. Необходимо вычислить $p^*(t)$ при $t=11000$ ч и $t=12000$ ч, а также $f^*(t)$, $A^*(t)$ при $t=11000$ ч.
 10. В результате наблюдения за 45 образцами радиоэлектронного оборудования, которые прошли предварительную 80-часовую приработку, получены данные до первого отказа всех 45 образцов (табл.). Необходимо определить mt^*

Δt_i , ч	n_i	Δt_i , ч	n_i	Δt_i , ч	n_i
0-10	19	30-40	3	60-70	1
10-20	13	40-50	0	—	—
20-30	8	50-60	1	—	—

Практическая работа 2

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЁЖНОСТИ ИЗДЕЛИЯ

1. Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течение 120ч равна 0,9. Предполага-

- ется, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется рассчитать интенсивность отказов и частоту отказов линии для момента времени $t=120$ ч, а также среднее время безотказной работы.
2. Среднее время безотказной работы автоматической системы управления равно 640ч. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение 120ч, частоту отказов для момента времени $t=120$ ч и интенсивность отказов.
 3. Время работы изделия подчинено нормальному закону с параметрами $m_t=8000$ ч, $a_t=1000$ ч. Требуется вычислить количественные характеристики надежности $P(t)$, $f(t)$, $A(t)$, m_t для $t=8000$ ч.
 4. Время безотказной работы прибора подчинено закону Релея с параметром $a_t=1860$ ч. Требуется вычислить $P(t)$, $f(t)$, $A(t)$ для $t=1000$ ч и среднее время безотказной работы прибора.
 5. Время исправной работы скоростных шарикоподшипников подчинено закону Вейбулла с параметрами $k=2,6$; $a=1,65 \cdot 10^{(-7)}$ 1/ч. Требуется вычислить количественные характеристики надежности $P(t)$, $f(t)$, $A(t)$ для $t=150$ ч и среднее время безотказной работы шарикоподшипников.
 6. Вероятность безотказной работы изделия в течение $t=1000$ ч, $P(1000)=0,95$. Время исправной работы подчинено закону Релея. Требуется определить количественные характеристики надежности $f(t)$, $A(t)$, m_t .
 7. Среднее время исправной работы изделия равно 1260ч. Время исправной работы подчинено закону Релея. Необходимо найти его количественные характеристики надежности $P(t)$, $f(t)$, $A(t)$ для $t=1000$ ч.
 8. В результате анализа данных об отказах изделия установлено, что частота отказов имеет вид $f(t)=2A \exp(-At)(1-\exp(-At))$. Необходимо найти количественные характеристики надежности $P(t)$, $X(t)$, m_t .
 9. В результате анализа данных об отказах изделий установлено, что вероятность безотказной работы выражается формулой $P(t)=3 \exp(-At) - 3 \exp(-2At) + \exp(-3At)$. Требуется найти количественные характеристики надежности $P(t)$, $X(t)$, m_t .
 10. Определить вероятность безотказной работы и интенсивность отказов прибора при $t=1300$ ч работы, если при испытаниях получено значение среднего времени безотказной работы $m_t=1500$ ч и среднее квадратичное отклонение $a_t=100$ ч.

Практическая работа 3
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В СИ-
СТЕМУ

1. Аппаратура связи состоит из 2000 элементов, средняя интенсивность отказов которых $\lambda_{\text{ср}}=0,33 \cdot 10^{-5}$ 1/ч. Необходимо определить вероятность безотказной работы аппаратуры в течении $t=200$ ч и среднее время безотказной работы аппаратуры.
2. Невосстанавливаемая в процессе работы электронная машина состоит из 200000 элементов, средняя интенсивность отказов которых $\lambda=0,2 \cdot 10^{-6}$ 1/ч. Требуется определить вероятность безотказной работы электронной машины в течение $t=24$ ч и среднее время безотказной работы электронной машины.
3. Система управления состоит из 6000 элементов, средняя интенсивность отказов которых $0,16 \cdot 10^{-6}$ 1/ч. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение $t=50$ ч и среднее время безотказной работы.
4. Прибор состоит из $n=5$ узлов. Надежность узлов в течение времени t характеризуется вероятностью безотказной работы $P_1(t)=0,98$; $P_2(t)=0,99$; $P_3(t)=0,998$; $P_4(t)=0,975$; $P_5(t)=0,985$. Необходимо определить вероятность безотказной работы прибора.
5. Система состоит из пяти приборов, среднее время безотказной работы которых $m_{t1}=83$ ч; $m_{t2}=220$ ч; $m_{t3}=280$ ч; $m_{t4}=400$ ч; $m_{t5}=700$ ч. Для приборов справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется найти среднее время безотказной работы системы.
6. Прибор состоит из пяти блоков. Вероятность безотказной работы каждого блока в течение времени $t=50$ ч $P_1(50)=0,98$; $P_2(50)=0,99$; $P_3(50)=0,998$; $P_4(50)=0,975$; $P_5(50)=0,985$. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется найти среднее время безотказной работы прибора.

Практическая работа 4
РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ С ПОСТОЯННЫМ
РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ

1. Приемник состоит из трех блоков: УВЧ, УПЧ и УНЧ. Интенсивности отказов этих блоков соответственно $\lambda_1=4 \cdot 10^{-4}$ 1/ч; $\lambda_2=2,5 \cdot 10^{-4}$ 1/ч; $\lambda_3=3 \cdot 10^{-4}$ 1/ч. Требуется рассчитать вероятность безотказной работы

- приемника при $t=100$ ч для следующих случаев: а) резерв отсутствует; б) имеется общее дублирование приемника в целом.
2. В радиопередатчике, состоящем из трех равнонадежных каскадов ($p=3$), применено общее постоянное дублирование всего радиопередатчика. Интенсивность отказов каскада $\Lambda=5 \cdot 10^{-4}$ 1/ч. Найти $P_c(t)$, m_{tc} , $f_c(t)$, $A(t)$ радиопередатчика с дублированием.
 3. Радиоэлектронная аппаратура состоит из трех блоков: I, II, III. Интенсивности отказов этих блоков соответственно Λ_1 , Λ_2 , Λ_3 . Требуется определить вероятность безотказной работы аппаратуры $P_c(t)$ для следующих случаев: а) резерв отсутствует; б) имеется дублирование радиоэлектронной аппаратуры в целом.
 4. Резервированная система управления состоит из $p=4000$ элементов. Известна требуемая вероятность безотказной работы системы $P_c(t)=0,9$ при $t=100$ ч. Необходимо рассчитать допустимую среднюю интенсивность отказов одного элемента, считая элементы равнонадежными, для того чтобы приблизительно оценить достижение заданной вероятности безотказной работы при отсутствии профилактических осмотров в следующих случаях: а) резервирование отсутствует; б) применено общее дублирование.
 5. Устройство обработки состоит из трех одинаковых блоков. Вероятность безотказной работы устройства $P_u(t_i)$ в течение $(0, t_i)$ должна быть не менее 0,9. Определить, какова должна быть вероятность безотказной работы каждого блока в течение $(0, t_i)$ для случаев: а) резерв отсутствует; б) имеется пассивное общее резервирование с неизменной нагрузкой всего устройства в целом; в) имеется пассивное раздельное резервирование с неизменной нагрузкой по блокам.

Практическая работа 5

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ С ПОЭЛЕМЕНТНЫМ РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ

1. Радиоэлектронная аппаратура состоит из трех блоков: I, II и III. Интенсивности отказов для этих трех блоков соответственно равны Λ_1 , Λ_2 , Λ_3 . Требуется определить вероятность безотказной работы аппаратуры $P_c(t)$ для следующих случаев: а) резерв отсутствует; б) имеется дублирование каждого блока.

2. Нерезервированная система управления состоит из $n=4000$ элементов. Известна требуемая вероятность безотказной работы системы $P_c(t)=0,9$ при $t=100$ ч. Необходимо рассчитать допустимую среднюю интенсивность отказов одного элемента, считая элементы равнонадежными, для того чтобы приближенно оценить достижение заданной вероятности безотказной работы при отсутствии профилактических осмотров в следующих случаях: а) резервирование отсутствует; б) применено раздельное (поэлементное) дублирование.
3. В радиопередатчике, состоящем из трех равнонадежных каскадов ($n=3$) применено раздельное дублирование каждого каскада. Интенсивность отказов каскадов $A=5 \cdot 10^{(-4)}$ 1/ч. Рассчитать вероятность безотказной работы $P_c(t)$ в течение времени $t=100$ ч и среднее время безотказной работы радиопередатчика.
4. Вычислительное устройство состоит из $n=3$ одинаковых блоков, к каждому из которых подключен блок в нагруженном резерве. Интенсивность отказов каждого блока $A=10^{(-4)}$ 1/ч. Требуется определить вероятность безотказной работы $P_c(t)$ устройства и среднее время безотказной работы устройства m_{tc} .

Практическая работа 6

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ РЕЗЕРВИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ С УЧЕТОМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

1. Радиорелейная станция содержит два приемопередатчика, один используется по назначению, а второй находится в ненагруженном резерве. Определить среднее время безотказной работы станции m_t при условии, что для каждого приемопередатчика $A=2 \cdot 10^{(-3)}$ 1/ч; $m_{iu}=0,2$ 1/ч.
2. Регистрирующее устройство содержит рабочий блок и блок в нагруженном резерве. Вероятность отказа блока в течение 25 часов $q(t_i) = 0,1$. Ремонт производится одной бригадой с интенсивностью $p = 0,2$ 1/ч. Определить коэффициент простоя регистрирующего устройства.
3. Система связи содержит одно устройство, предназначенное для выполнения задачи, и одно устройство в нагруженном резерве. Интенсивность отказов каждого устройства $A=1$ /ч, восстановления $m_{iu}=1$ /ч. Ремонт устройств производится независимо друг от друга. Определить функцию готовности.

4. Система сопровождения состоит из рабочего блока и блока в нагруженном резерве. Для каждого блока заданы: $A=2 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $\mu=0,2$ 1/ч. Определить время безотказной работы системы.
5. Преобразователь “параметр-код” состоит из рабочего блока и блока в нагруженном резерве. Распределения времен между отказами и восстановления показательные с параметрами $A=8 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $\mu=0,8$ 1/ч. Требуется определить значения коэффициентов простоя и степень уменьшения величины коэффициента простоя преобразователя при применении неограниченного восстановления по сравнению с ограниченным.
6. Устройство состоит из двух одинаковых блоков, один используется по прямому назначению, а второй находится в нагруженном резерве. Интенсивность отказов каждого блока $A=6 \cdot 10^{-4}$ 1/ч, интенсивность восстановления $\mu=2$ 1/ч. Ремонт производится одной ремонтной бригадой. Требуется определить коэффициент простоя устройства.
7. Усилитель состоит из двух равнонадежных блоков, для каждого из которых $A=3 \cdot 10^{-3}$ 1/ч. Имеется усилитель в ненагруженном резерве. Ремонт производит одна бригада, среднее время ремонта $m_t=0,5$ ч. Определить коэффициент простоя усилителя с резервом.
8. Усилитель состоит из двух равнонадежных блоков, для каждого $A=3 \cdot 10^{-3}$ 1/ч. Применено поблочное резервирование усилителя в ненагруженном режиме. Ремонт производит одна бригада, среднее время ремонта $m_t=0,5$ ч. Определить коэффициент простоя усилителя с поблочным резервированием.
9. Вычислитель состоит из двух одинаковых рабочих блоков и одного блока в нагруженном скользящем резерве. Для каждого блока $A=8 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $\mu=1$ 1/ч, ремонтных бригад две. Определить коэффициент простоя вычислителя.
10. Вычислитель состоит из двух одинаковых рабочих блоков и одного резервного блока в ненагруженном резерве. Для каждого блока $A=8 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $\mu=1$ 1/ч, ремонтных бригад две. Определить коэффициент простоя вычислителя.
11. Генератор импульсов содержит один рабочий блок, один блок в нагруженном резерве и один блок в ненагруженном резерве. При неработоспособности рабочего блока или блока в нагруженном резерве

блок из ненагруженного резерва переводится в нагруженный. Задано для каждого блока $A=1 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $m_{iu}=0,5$ 1/ч, ремонтная бригада одна. Определить коэффициент простоя генератора.

12. Передатчик содержит рабочий блок ($A=9 \cdot 10^{-3}$ 1/ч) и блок в облегченном резерве ($m_{iu}=10^{-3}$ 1/ч). Определить коэффициент простоя передатчика при условии, что ремонт производится одной бригадой с интенсивностью $m_{iu}=0,3$ 1/ч.
13. Преобразователь частоты содержит один рабочий блок и один блок в нагруженном резерве. Ремонт производится одной бригадой, обеспечивающей среднее время восстановления 0,5 ч. Определить предельно допустимую интенсивность отказов преобразователя, чтобы удовлетворялось условие $K_{п} \leq A = 2 \cdot 10^{-4}$.
14. Преобразователь частоты содержит один рабочий блок и один блок в ненагруженном резерве. Ремонт производится одной бригадой, обеспечивающей среднее время восстановления 0,5 ч. Определить предельно допустимую интенсивность отказов преобразователя, чтобы удовлетворялось условие $K_{п} \leq A = 2 \cdot 10^{-4}$.
15. Для нерезервированную изделия, имеющую интенсивность отказов $A=2 \cdot 10^{-2}$ 1/ч, может быть применен либо нагруженный, либо ненагруженный резерв. Ремонт производится одной ремонтной бригадой с интенсивностью $m_{iu}=2$ 1/ч. Определить, во сколько раз уменьшится значение коэффициента простоя при применении ненагруженного резерва вместо нагруженного.

Практическая работа 7

ОБЩИЕ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

- 1.1. На испытание поставлены 1000 однотипных резисторов С2-54. За 10000ч отказали 5. Определить вероятность безотказной работы резисторов за 10000ч.
- 1.2. В процессе приработки изделия, содержащего 120 элементов, вышли из строя 10. Определить вероятность исправной работы и вероятность отказа радиоизделия на начальном этапе эксплуатации.
- 1.3. В процессе испытаний 1000 электролитических конденсаторов за первые 100ч наблюдений вышли из строя 2 конденсатора, а за последующие 200ч -

еще 5. Найти вероятность безотказной работы конденсаторов в интервале времени от 100 до 300 ч.

- 1.4. За первые 500ч эксплуатации радиоизделия, содержащего 1 000 элементов, произошло 3 отказа, и за последующие 500 ч — еще один. Найти вероятность безотказной работы радиоизделия в течение 500, 1000ч и в интервале времени от 500 до 1000ч.
- 1.5. Определить вероятность отказа резисторов, если при испытании 1000 штук через 100ч остались исправными 990.
- 1.6. На испытание поставлены 500 однотипных резисторов. За 5000 часов отказали 10. Определить вероятность безотказной работы резисторов за 5000 часов.
- 1.7. В процессе приработки изделия, содержащего 150 элементов, вышли из строя 5. Определить вероятность исправной работы и вероятность отказа радиоизделия на начальном этапе эксплуатации.
- 1.8. В процессе испытаний 500 электролитических конденсаторов за первые 100 часов наблюдений вышел из строя 1 конденсатор, а за последующие 200 часов еще 3. Найти вероятность безотказной работы конденсаторов в интервале времени от 100 до 300 часов.
- 1.9. Определить вероятность отказа резисторов, если при испытании 500 резисторов через 50 часов остались исправными 495.
- 1.10. Определить, какое число резисторов необходимо поставить на испытания, чтобы получить не менее 30 отказов в течение 100 часов, если ожидаемая интенсивность отказов одного резистора $\Lambda = 3 \cdot 10^{-3}$ 1/ч.
- 1.11. В интервале работы от 120 до 150 часов интенсивность отказов ЭРИ составила $\Lambda = 5 \cdot 10^{-4}$ 1/ч, а число отказов – 5. Определить число ЭРИ, оставшихся исправными за 150 ч.
- 1.12. На испытании 300 конденсаторов число их отказов за первые 900 часов составило 3, а в последующие 100 часов - 5. Найти вероятность безотказной работы конденсаторов в интервале времени от 900 до 1000 часов.
- 1.19. На испытания поставлена партия из 1000 однотипных транзисторов. За первые 3000ч отказали 80 из них, а за последующие 1000ч — еще 50. Определить статистическую интенсивность отказов транзисторов в интервале времени испытаний от 3000 до 4000ч.

- 1.20. Определить интенсивность отказов интегральной микросхемы в интервале времени работы от 1800 до 2600ч, если из 200 ИМС, поставленных на испытания, 1800ч до отказа проработала одна ИМС, 2000ч—две, 2200ч—четыре, 2400ч—две, 2600 ч—одна.
- 1.21. Вероятность безотказной работы ЭРИ в течение 3000ч составляет 0,95 при числе произошедших отказов — 5, а в течение 3100ч — 0,9. Найти число изделий, поставленных на испытания и число их отказов в интервале времени работы от 3000 до 3100 ч.
- 1.22. При испытании 500 конденсаторов число их отказов за первые 1000ч составило 4, а в последующие 100ч — 5. Найти вероятность безотказной работы конденсаторов в интервале времени работы от 1000 до 1100ч.
- 1.23. Наблюдение за работой трех образцов ЭРИ показало: первый образец работал 181ч и отказал 6 раз, второй—работал 329ч и отказал 11 раз, третий работал 245ч и отказал 8 раз. Определить среднюю наработку до первого отказа одного образца ЭРИ.
- 1.24. В течение наблюдаемого периода эксплуатации одного образца радиолокационной станции было зарегистрировано 15 отказов. При этом до начала наблюдения станция проработала 258ч, а к концу наблюдения ее наработка составила 1233ч. Определить среднюю наработку станции до первого отказа.
- 1.25. Интенсивность отказов, полученная при испытаниях серии ИМС из 1000 штук, равна $A=2 \cdot 10^{-2}$ 1/ч. Определить число ИМС, отказавших в течение 1000ч работы.
- 1.26. Частота отказов конденсаторов при испытании их в течение 1000 ч составила $5 \cdot 10^{-5}$ 1/ч, а наблюдаемое число отказов — 50. Найти число конденсаторов, поставленных на испытания.
- 1.27. Испытание радиолокационной станции проводилось 30 дней. Первый ее отказ произошел через 12ч, а время восстановления составило 8ч. Вторым отказ произошел через 3 суток после первого, а время поиска неисправности и ремонта составило 6ч. Третий отказ произошел через 15 суток после второго, а время восстановления составило 3ч. Найти среднее время безотказной работы станции и среднее время ее восстановления.

1. Основные временные понятия теории надежности.
2. Техническое обслуживание и ремонт. Показатели надежности.
3. Основные показатели безотказности объектов. Основные показатели долговечности.
4. Основные показатели ремонтпригодности Комплексные показатели надежности.
5. Вероятностное и статистическое определение показателей надежности. Кривая интенсивности отказов.
6. Средняя наработка до отказа.
7. Законы распределения случайных величин, используемые при оценке надежности радиоэлектронных систем.
8. Выбор ускоряющих факторов. Закон Аррениуса.
9. Энергия активации.
10. Коэффициент ускорения.
11. Модель Эйринга.
12. Термоциклирование и электротренировка.
13. Ускоренные испытания при повышенном напряжении и токе.
14. Испытания на принудительный отказ.
15. Коррозионные отказы металлизации.

Контрольная работа (коллоквиум) № 2

1. Диффузионные отказы металлизации и контактов.
2. Эффект электромиграции.
3. Процессы деградации, обусловленные эффектами горячих электронов.
4. Влияние излучений на параметры полупроводниковых приборов и элементов радиоэлектронных систем.
5. Последовательное соединение элементов. Параллельное соединение элементов.
6. Комбинации подсистем с параллельным и последовательным соединением элементов. Резервирование. Виды резервирования.
7. Модель ненагруженного резерва. Элементы теории массового обслуживания.
8. Восстанавливаемая система без резервирования. Дублирование с восстановлением.
9. Технические факторы. Программные факторы.

10. Эксплуатационные факторы.
11. Модель Шумана. Модель Елинского – Моранды.
12. Модель Шика – Волвертона.
13. Типы оцениваемых показателей надежности.
14. Априорные сведения, используемые при определении показателей надежности по экспериментальным данным.
15. Характер статистической информации при испытаниях на надёжность.

Вопросы для тестирования

I: 1

S: Долговечность электронных средств – это ...

-: свойство прибора сохранять работоспособность в течение заданного времени

+: свойство прибора сохранять работоспособность до достижения им предельного состояния

-: наработка в часах от момента начала эксплуатации прибора до его отказа

-: календарная продолжительность работы прибора от начала эксплуатации до достижения им предельного состояния

I: 2

S: Установите соответствие определений для каждого вида отказов.

L1: рассогласование работы

L2: постепенные отказы

L3: устойчивые отказы

L4: неявные отказы

R1: требуют настройки прибора

R2: связаны с плавным изменением параметров в результате изнашивания и старения

R3: устраняются только во время ремонта и замены отказавшего элемента

R4: требуют специальных измерений, лабораторного анализа или исследований

I: 3

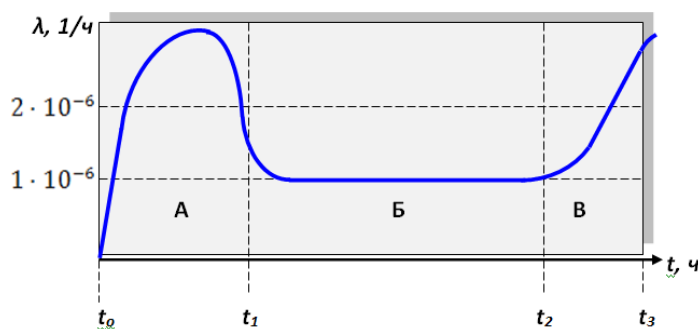
S: Формула

$Q(t_i) = 1 - e^{-\lambda t_i}$, где e – основание натурального логарифма ($\approx 2,72$), λ – интенсивность отказа изделия ($1/\text{ч}$), t_i – заданное время работы (ч). служит для определения:

- + : вероятности отказа прибора
- : вероятности безотказной работы прибора
- : эксплуатационной надёжности

I: 4

S: Укажите для каждого эксплуатационного периода соответствующий ему участок диаграммы интенсивности отказов.



- L1: участок старения
- L2: участок приработки
- L3: участок нормальной эксплуатации
- R1: В
- R2: А
- R3: Б

I: 5

S: Эксплуатационную надёжность электронных средств определяют:

- : на этапе их проектирования
- : при заводских испытаниях
- : при нормальных условиях эксплуатации
- + : в полевых условиях

I: 6

S: Ремонтпригодность электронных средств не определяется:

- : временем, затраченным на поиск неисправности

- : временем, затраченным на устранение неисправности
- : временем, затраченным на настройку прибора после его ремонта
- +: временем состояния неработоспособности

I: 7

S: Частота вибраций, возникающих в результате работы двигателей и воздействий на электронные приборы самолёта аэродинамических сил, имеет диапазон:

- : от 0 до 100 Гц
- : от 5 до 500 Гц
- +: от 5 до 2500 Гц
- : от 20 до 20000 Гц

I: 8

S: Дестабилизирующим объективным фактором в работе электронных средств является:

- : биологические факторы
- : переходные процессы
- +: ненадёжные элементы
- : старение, износ

I: 9

S: По статистическим данным наименьшее число отказов среди общего количества типовых элементов электронных средств имеют:

- : микросхемы
- : полупроводниковые приборы (диоды и транзисторы)
- : резисторы и конденсаторы
- +: трансформаторы, дроссели

I: 10

S: Установите соответствие между составляющими эксплуатационной интенсивности отказов и определяемыми ими параметрами

L1: Базовая интенсивность

L2: Коэффициент режима

L3: Коэффициент эксплуатации

R1: определяет интенсивность отказов при номинальной электрической нагрузке

R2: учитывает электрическую нагрузку и температуру окружающей среды

R3: учитывает изменение интенсивности отказов в зависимости от внешних факторов

I: 11

S: Укажите для каждого типового элемента соответствующий ему коэффициент, оценивающий его работу с учётом нагрузки.

L1: Резистор

L2: Конденсатор

L3: Диод

L4: Транзистор

$$R2: K_H = \frac{P_{\text{раб}}}{P_{\text{ном}}}$$

$$R4: K_H = \frac{U_{\text{раб}}}{U_{\text{ном}}}$$

$$R1: K_{HI} = \frac{I_{\text{прям.раб}}}{I_{\text{прям.ном}}}$$

$$R3: K_{HU} = \frac{U_{KЭ\text{раб}}}{U_{KЭ\text{ном}}}$$

I: 12

S: В жидкостных системах охлаждения электронных средств не применяется:

+: вода

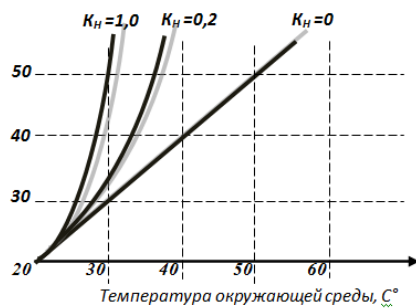
-: антифриз

-: спирт

-: масло

I: 13

S: В данной зависимости по оси ординат отсчитывается:



- : время работы элемента
- +: температура разогрева элемента
- : влажность окружающего воздуха
- : плотность окружающего воздуха

I: 14

S: Рассчитайте вероятность безотказной работы типового элемента при следующих условиях его эксплуатации:

- базовая интенсивность отказов = $20 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$
- коэффициент режима = 0,6
- коэффициент эксплуатации = 2,5
- время работы на борту в данных условиях = 1000 ч

-: 0,76

-: 0,86

+: 0,97

-: 1,2

I: 15

S: Методом повышения надёжности приборов и элементов на стадии эксплуатации является:

- : выбор режимов работы элементов
- : тренировка и отбраковка
- : усовершенствование методов испытаний серии образцов
- +: своевременное (в соответствии с регламентом) техническое обслуживание

I: 16

S: На рисунке представлена схема:



- : последовательного резервирования
- : последовательно-параллельного резервирования
- : поэлементного резервирования
- +: общегорезервирования

I: 17

S: Кратность резервирования $m=1$ означает:

- : двойное резервирование
- +: дублирование
- : отсутствие резерва

I: 18

S: При последовательно соединённых элементах вероятность безотказной работы изделий равна:

- +: произведению вероятностей безотказной работы всех элементов
- : сумме вероятностей безотказной работы соединённых элементов
- : $1/n$ -число элементов
- : 1

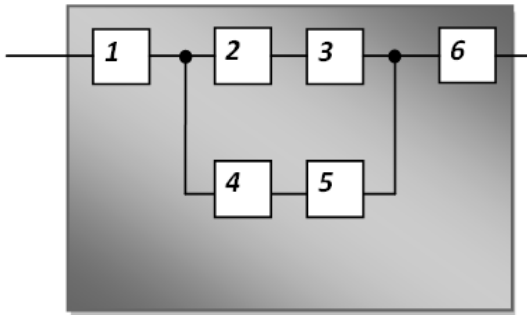
I: 19

S: Увеличение числа параллельно соединённых элементов, имеющих одинаковую вероятность безотказной работы $P_{эл}(t)=0.7$, с двух до четырех приведет:

- : к снижению вероятности безотказной работы изделия на 4,1%
- : к снижению вероятности безотказной работы изделия на 8,2%
- +: к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 8,2%
- : к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 16,4%

I: 20

S: По представленной структурной схеме системы управления стабилизатором самолёта определите очерёдность расчёта надёжности данной системы



+: $P_{23} \rightarrow P_{45} \rightarrow P_{2345} \rightarrow P_{123456}$

-: $P_{1236} \rightarrow P_{45} \rightarrow P_{123456}$

-: $P_{23} \rightarrow P_{45} \rightarrow P_{1456} \rightarrow P_{123456}$

-: $P_{45} \rightarrow P_{1236} \rightarrow P_{123456}$

I: 21

S: Укажите для каждого диапазона механических воздействий на борту ЛА максимально возможные перегрузки.

L1: 10...2500 Гц для вибраций

L2: не более 5 Гц для одиночных ударов

L3: 10...300 Гц для многократных ударов

R1: 2...100 ед.

R2: 100 ед.

R3: 30 ед.

I: 22

S: Установите соответствие между видами испытаний электронных средств и соответствующими им определениями.

L1: Виброустойчивость

L2: Вибропрочность

L3: Ударная устойчивость

L4: Ударная прочность

R1: способность прибора выполнять свои функции при воздействии вибраций

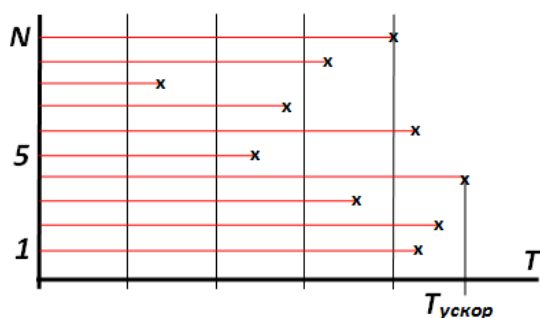
R2: способность конструкции прибора противостоять разрушающему воздействию вибраций

R3: способность прибора выполнять свои функции во время и после воздействия ударов

R4: способность конструкции прибора противостоять разрушающему воздействию ударных нагрузок

I: 23

S: Определите регламент испытаний, соответствующий данному графику:



-: отказавшие изделия не восстанавливаются, а испытания прекращаются, когда их число достигнет определённого значения

+: отказавшие изделия не восстанавливаются, а испытания прекращаются, когда откажут все изделия

-: отказавшие изделия восстанавливаются, а испытания прекращаются при достижении определённой наработки в часах

-: отказавшие изделия заменяются новыми, а испытания прекращаются при достижении определённой наработки в часах

I: 24

S: По международным стандартам регламент технического обслуживания электронных средств ЛА означает:

-: предполетную подготовку

-: ежедневную проверку

-: еженедельную проверку

+: обслуживание продолжительностью несколько месяцев

I: 25

S: Установите соответствие между причинами возникновения отказов и организаторами работ по устранению причин отказов.

L1: конструкционные отказы

L2: производственные отказы

L3: отказы покупных изделий

L4: отказы по вине эксплуатации

R1: разработчик

R2: изготовитель

R3: смежные предприятия (поставщики покупных изделий)

R4: потребитель

I: 26

S: Наиболее сложным с точки зрения диагностики (выявления) является:

-: постепенный отказ

+: неявный отказ

-: полный отказ

-: частичныйотказ

I: 27

S: Установите соответствие определений для каждого из терминов надёжности.

L1: Долговечность

L2: Ресурс работы

L3: Срок службы

L4: Безотказность

R1: свойство прибора сохранять работоспособность до достижения им предельного состояния

R2: наработка прибора в часах от момента начала эксплуатации до его отказа

R3: календарная продолжительность работы прибора от начала эксплуатации до достижения им предельного состояния

R4: свойство прибора сохранять работоспособность в течение заданного времени

I: 28

S: Формула $P(t_i) = e^{-\lambda t_i}$, где e – основание натурального логарифма ($\approx 2,72$), λ – интенсивность отказа изделия (1/ч), t_i – заданное время работы (ч).

служит для определения:

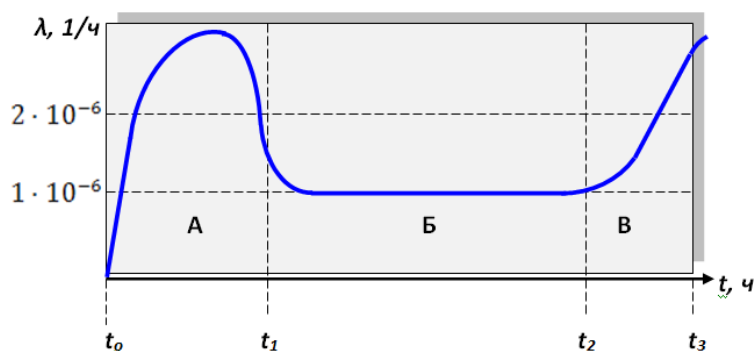
+: вероятности безотказной работы прибора

-: вероятности отказа прибора

-: эксплуатационной надёжности

I: 29

S: Укажите для каждого участка диаграммы интенсивности отказов соответствующие ему определения.



L1: участок нормальной эксплуатации

L2: участок приработки

L3: участок старения

R1: Б)

R2: А)

R3: В)

I: 30

S: К невосстанавливаемым изделиям не относятся:

-: приборы, устанавливаемые на управляемые снаряды

-: приборы, устанавливаемые на искусственные спутники Земли

+: приборы, устанавливаемые на орбитальные станции

I: 31

S: Коэффициент готовности изделия определяется:

-: временем эксплуатации

-: во время простоя или ожидания

+: в произвольный момент времени

I: 32

S: Электронные приборы, устанавливаемые непосредственно на обшивку самолёта должны быть работоспособными при влажности воздуха:

- : до 70%
- : до 80%
- : до 90%
- +: до 99%

I: 33

S: Дестабилизирующим субъективным фактором в работе электронного прибора не является:

- +: старение, износ
- : нарушение технологии производства
- : низкое качество технического обслуживания
- : ненадёжные элементы

I: 34

S: По статистическим данным наибольшее число отказов среди общего количества типовых элементов радиоаппаратуры имеют:

- : микросхемы
- +: полупроводниковые приборы (диоды и транзисторы)
- : резисторы и конденсаторы
- : датчики

I: 35

S: При расчёте жидкостной системы охлаждения авиационного электронного прибора должны учитываться:

- : продолжительность эксплуатации прибора
- +: объём системы в целом
- +: площадь поверхности радиатора
- +: эффективность воздушного потока

I: 36

S: Установите соответствие между типовым элементом и соответствующим коэффициентом, оценивающим его работу с учётом нагрузки.

L1: Резистор

L2: Конденсатор

L3: Диод

L4: Транзистор

$$R1: K_{HI} = \frac{I_{\text{прям.раб}}}{I_{\text{прям.ном}}}$$

$$R2: K_H = \frac{U_{\text{раб}}}{U_{\text{ном}}}$$

$$R3: K_H = \frac{U_{\text{раб}}}{U_{\text{ном}}}$$

$$R4: K_H = \frac{P_{\text{раб}}}{P_{\text{ном}}}$$

I: 37

S: При определении эксплуатационной интенсивности отказов

$$\lambda_{\text{Э}} = \sum_{i=1}^n \lambda_{Bi} \cdot \prod_{j=1}^m K_j$$

значение поправочного коэффициента K_j , учитывающего влияние j -факторов в i -группе элементов изделия, с усложнением условий его работы:

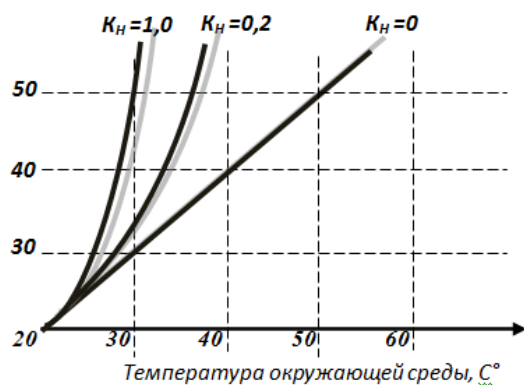
-: не изменится

-: должно уменьшаться

+: должно увеличиваться

I: 38

S: В данной зависимости $K_H=1$ означает:



-: минимальную нагрузку

-: оптимальную нагрузку

+максимальную нагрузку

-: состояние выключено

I: 39

S: Рассчитайте вероятность отказа типового элемента при следующих условиях его эксплуатации:

- базовая интенсивность отказов = $20 \cdot 10^{-6}$ ч⁻¹
- коэффициент режима = 1,2
- коэффициент эксплуатации = 2,5
- время работы на борту в данных условиях = 1000 ч

-: 1,2

-: 0,97

-: 0,076

+: 0,058

I: 40

S: Полный расчёт надёжности изделия производится:

+: на этапе проектирования

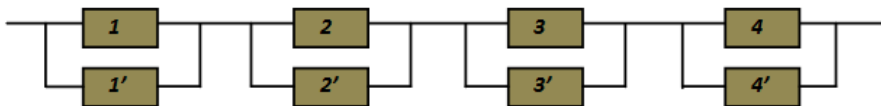
-: на этапе производства

-: на этапе эксплуатации

-: по окончании срока службы

I: 41

S: На рисунке представлена схема резервирования элемента системы



Чему равна кратность резервирования?

-: $m=0$

+: $m=1$

-: $m=2$

-: $m=4$

I: 42

S: Достоинством постоянного резервирования является:

- : наличие устройств индикации неисправности
- +: отсутствие переключающих устройств и устройств индикации неисправностей
- : меньшее число элементов по сравнению с исходным вариантом
- : меньшая масса устройства по сравнению с его базовым вариантом

I: 43

S: Увеличение числа последовательно соединенных элементов, имеющих одинаковую вероятность безотказной работы $P_{ЭЛ}(t)=0.98$, с двух до четырех приведет:

- : к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 4%
- : к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 8%
- +: к снижению вероятности безотказной работы изделия на 4%
- : к снижению вероятности безотказной работы изделия на 8%

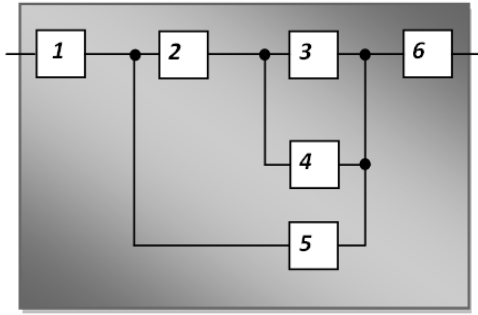
I: 44

S: При параллельно соединённых элементах вероятность безотказной работы изделий равна:

- : произведению вероятностей безотказной работы всех параллельно соединенных элементов
- : сумме вероятностей безотказной работы всех параллельно соединенных элементов
- +: произведению вероятностей отказа всех параллельно соединенных элементов
- : сумме вероятностей отказа всех параллельно соединенных элементов

I: 45

S: По представленной структурной схеме системы управления стабилизатором самолёта определите очерёдность расчёта надёжности данной системы



-: $P_{34} \rightarrow P_{345} \rightarrow P_{1236} \rightarrow P_{123456}$

-: $P_{25} \rightarrow P_{2345} \rightarrow P_{123456}$

-: $P_{34} \rightarrow P_{345} \rightarrow P_{2345} \rightarrow P_{123456}$

+: $P_{34} \rightarrow P_{234} \rightarrow P_{2345} \rightarrow P_{123456}$

I: 46

S: Установите соответствие между параметрами механических воздействий на борту летательного аппарата и их единицами измерений.

L1: g – величина создаваемого ускорения или перегрузки

L2: V – мгновенная скорость в момент удара

L3: A – амплитуда колебаний

L4: S – деформация при ударе

R1: единицы

R2: см/сек

R3: мм

R4: см

I: 47

S: Установите соответствие между видом испытания электронных приборов и соответствующей ему испытательной камерой.

L1: Холодоустойчивость

L2: Теплоустойчивость

L3: Влагостойкость

L4: Комбинированные

R1: холодильная камера

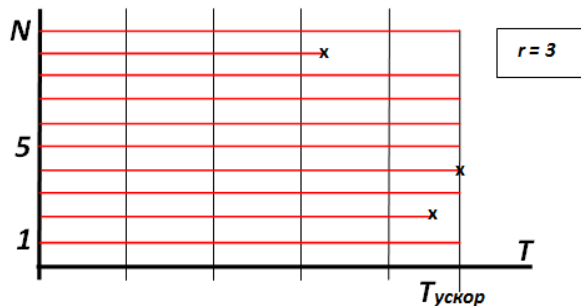
R2: термостат

R3: гигротермостат

R4: термобарокамера

I: 48

S: Определите регламент испытаний, соответствующий данному графику:



- + : отказавшие изделия не восстанавливаются, а испытания прекращаются, когда их число достигнет определённого значения
- : отказавшие изделия не восстанавливаются, а испытания прекращаются, когда откажут все изделия
- : отказавшие изделия восстанавливаются, а испытания прекращаются при достижении определённой наработки в часах
- : отказавшие изделия заменяются новыми, а испытания прекращаются при достижении определённой наработки в часах

I: 49

S: Техническое обслуживание по состоянию – «*oncondition*» означает:

- : диагностику неисправностей
- : возможность допустить отказ изделия, если он не является причиной отказа системы в целом
- + : случаи, когда перечень и периодичность операций определяются состоянием изделия

I: 50

S: Установите соответствие между причинами возникновения отказов и организатором работ по устранению причин отказов.

L1: конструкционные отказы

L2: производственные отказы

L3: отказы покупных изделий

L4: отказы по вине эксплуатации

R2: разработчиком

R3: изготовителем

R4: смежными предприятиями (поставщиками покупных изделий)

R1: потребителем

I: 51

S: Ресурс работы электронных средств – это ...

-: свойство прибора сохранять работоспособность в течение заданного времени

-: свойство прибора сохранять работоспособность до достижения им предельного состояния

+: наработка в часах от момента начала эксплуатации прибора до его отказа

-: календарная продолжительность работы прибора от начала эксплуатации до достижения им предельного состояния

I: 52

S: Установите соответствие определений для каждого вида отказов.

L1: Постепенные отказы

L2: Рассогласование работы

L3: Неявные отказы

L4: Устойчивые отказы

R1: связаны с плавным изменением параметров в результате изнашивания и старения

R2: требуют настройки прибора

R3: требуют специальных измерений, лабораторного анализа или исследований

R4: устраняются только во время ремонта и замены отказавшего элемента

I: 53

S: Наилучшим показателем надёжности будет:

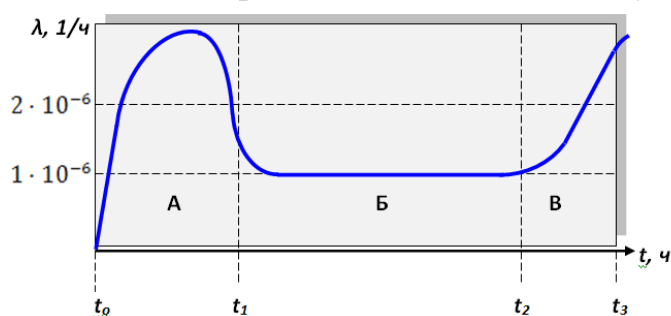
-: $Q(t_i) = 1$

+: $Q(t_i) = 0$

-: $Q(t_i) = -1$

I: 54

S: Укажите для каждого участка диаграммы зависимости интенсивности отказов от времени $\lambda(t)$ и соответствующим ему определением.



L1: участок старения

L2: участок нормальной эксплуатации

L3: участок приработки

R1: В)

R2: Б)

R3: А)

I: 55

S: Эксплуатационную надёжность электронных средств летательных аппаратов определяют:

- : на этапе их проектирования
- : при заводских испытаниях
- : при нормальных условиях эксплуатации
- + : в полевых условиях

I: 56

S: Обнаружению отказов в электронном приборе или комплексе в большей степени содействует:

- + : наличие диагностических разъёмов
- : наличие быстросъёмных креплений
- : наличие быстросъёмных электрических разъёмов

I: 57

S: Скорость самолёта МиГ-31 на высотах до 30 км достигает:

- : 900 км/час
- : 1М
- : 2М

+ : 3М

I: 58

S: Дестабилизирующими субъективными факторами в работе электронного прибора являются:

- : биологические факторы
- : переходные процессы
- + : ненадёжные элементы
- : старение, износ

I: 59

S: По статистическим данным наибольшее число отказов радиоаппаратуры возникает по вине:

- : полупроводниковых приборов (диодов и транзисторов)
- + : контактов
- : резисторов и конденсаторов
- : трансформаторов

I: 60

S: Установите соответствие между составляющими эксплуатационной интенсивности отказов и определяемыми ими параметрами.

L1: Коэффициент эксплуатации

L2: Коэффициент режима

L3: Базовая интенсивность

R1: учитывает изменение интенсивности отказов в зависимости от внешних факторов

R2: учитывает электрическую нагрузку и температуру окружающей среды

R3: определяет интенсивность отказов при номинальной электрической нагрузке

I: 61

S: Укажите для следующих типовых элементов соответствующие им коэффициенты, оценивающие его работу с учётом нагрузки.

L1: Транзистор

L2: Диод

L3: Конденсатор

L4: Резистор

$$R1: K_{HU} = \frac{U_{KЭраб}}{U_{KЭном}}$$

$$R2: K_{HI} = \frac{I_{прям.раб}}{I_{прям.ном}}$$

$$R3: K_H = \frac{U_{раб}}{U_{ном}}$$

$$R4: K_H = \frac{P_{раб}}{P_{ном}}$$

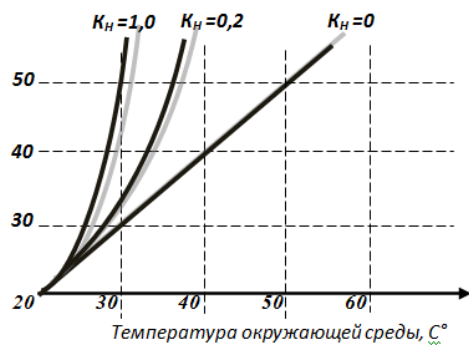
I: 62

S: В жидкостных системах охлаждения электронных приборов самолета не применяется:

- : масло
- : антифриз
- : спирт
- +: вода

I: 63

S: В данной зависимости по оси ординат отсчитывается:



- +: температура разогрева элемента
- : влажность окружающего воздуха
- : плотность окружающего воздуха

I: 64

S: Рассчитайте вероятность безотказной работы типового элемента при следующих условиях его эксплуатации:

- базовая интенсивность отказов = $20 \cdot 10^{-6}$ ч⁻¹
- коэффициент режима = 0,6

- коэффициент эксплуатации = 1,5
- время работы на борту в данных условиях = 1000 ч
- : 0,764
- : 0,865
- +: 0,982
- : 1,2

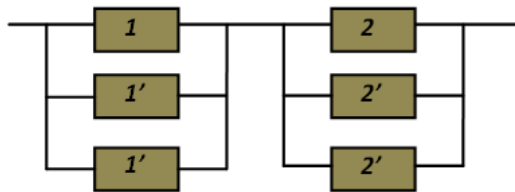
I: 65

S: Методом повышения надёжности приборов и элементов на стадии испытаний не является:

- : выбор режимов работы элементов
- : тренировка и отбраковка
- : усовершенствование методов испытаний серии образцов
- +: своевременное (в соответствии с регламентом) техническое обслуживание

I: 66

S: На рисунке представлена схема резервирования элемента системы. Чему равна кратность резервирования?



- : $m=0$
- : $m=1$
- +: $m=2$
- : $m=3$

I: 67

S: Нагруженный резерв означает, что:

- : резервные элементы включаются только после отказа работающего элемента
- : резервные элементы находятся в облегченных условиях работы
- +: рабочие и резервные элементы находятся в одинаковых условиях работы
- : резервные элементы схемы или устройства включают (и нагружают) вместе с основными элементами

I: 68

S: Увеличение числа последовательно соединенных элементов, имеющих одинаковую вероятность безотказной работы $P_{эл}(t)=0.9$, с двух до четырех приведет:

- + : к снижению вероятности безотказной работы изделия на 15%
- : к снижению вероятности безотказной работы изделия на 8%
- : к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 15%
- : к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 8%

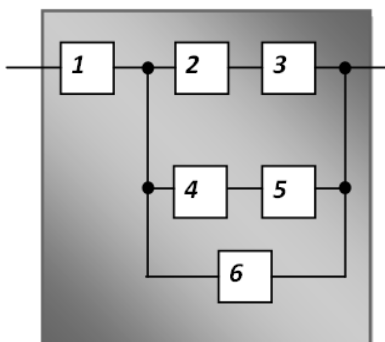
I: 69

S: При параллельно соединённых элементах вероятность безотказной работы изделий равна:

- : произведению вероятностей безотказной работы всех элементов
- + : произведению вероятностей отказа всех элементов
- : сумме вероятностей безотказной работы всех элементов
- : сумме вероятностей отказа всех элементов

I: 70

S: По представленной структурной схеме системы управления стабилизатором самолёта определите очерёдность расчёта надёжности данной системы



- + : $P_{23} \rightarrow P_{45} \rightarrow P_{23456} \rightarrow P_{123456}$
- : $P_{23} \rightarrow P_{45} \rightarrow P_{23456} \rightarrow P_{123456}$
- : $P_{23} \rightarrow P_{123} \rightarrow P_{12345} \rightarrow P_{123456}$
- : $P_{24} \rightarrow P_{35} \rightarrow P_{23456} \rightarrow P_{123456}$

I: 71

S: Укажите для составляющих ударного ускорения их определения. Для оценки перегрузок, воздействующих на электронные приборы, рассчитывают ударные ускорения: $g_1 = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot S}$ (ед.), где

L1: V

L2: g

L3: S

R1: мгновенная скорость в момент удара

R2: ускорение свободного падения

R3: деформации при ударе

I: 72

S: Установите соответствие между видом испытания электронных средств и соответствующей ему испытательной камерой.

L1: Влагостойкость

L2: Теплоустойчивость

L3: Холодоустойчивость

L4: Комбинированные

R1: гигротермостат

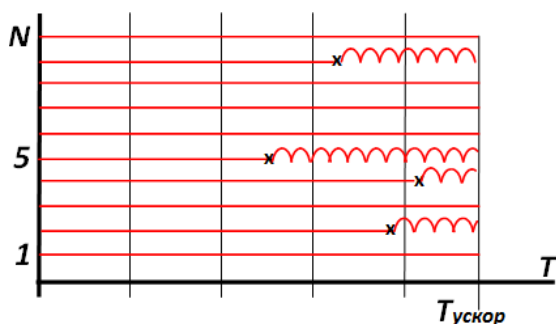
R2: термостат

R3: холодильная камера

R4: термобарокамера

I: 73

S: Определите регламент испытаний, соответствующий данному графику:



-: отказавшие изделия не восстанавливаются, а испытания прекращаются, когда их число достигнет определённого значения

-: отказавшие изделия не восстанавливаются, а испытания прекращаются, когда откажут все изделия

- + : отказавшие изделия восстанавливаются, а испытания прекращаются при достижении определённой наработки в часах
- : отказавшие изделия заменяются новыми, а испытания прекращаются при достижении определённой наработки в часах

I: 74

S: По международным стандартам регламент обслуживания электронных средств самолета *A-check* означает:

- : предполетную подготовку
- + : обслуживание суточной продолжительности
- : еженедельную проверку
- : обслуживание продолжительностью несколько месяцев

I: 75

S: Установите соответствие между блоками структурной схемы автоматизированной системы сбора и обработки параметров электронного прибора и их наименованиями.



L1: блок сравнения

L2: формирователь эталонных сигналов

L3: коммутатор

L4: электронный прибор

R1: А)

R2: Б)

R3: В)

R4: Г)

3.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Зачет проводится по билетам. В каждом билете 2 теоретических

вопроса.

Вопросы к зачету

1. Основные временные понятия теории надежности.
2. Техническое обслуживание и ремонт. Показатели надежности.
3. Основные показатели безотказности объектов. Основные показатели долговечности.
4. Основные показатели ремонтпригодности Комплексные показатели надежности.
5. Вероятностное и статистическое определение показателей надежности. Кривая интенсивности отказов.
6. Средняя наработка до отказа.
7. Законы распределения случайных величин, используемые при оценке надежности радиоэлектронных систем.
8. Выбор ускоряющих факторов. Закон Аррениуса.
9. Энергия активации.
10. Коэффициент ускорения.
11. Модель Эйринга.
12. Термоциклирование и электротренировка.
13. Ускоренные испытания при повышенном напряжении и токе.
14. Испытания на принудительный отказ.
15. Коррозионные отказы металлизации.
16. Диффузионные отказы металлизации и контактов.
17. Эффект электромиграции.
18. Процессы деградации, обусловленные эффектами горячих электронов.
19. Влияние излучений на параметры полупроводниковых приборов и элементов радиоэлектронных систем.
20. Последовательное соединение элементов. Параллельное соединение элементов.
21. Комбинации подсистем с параллельным и последовательным соединением элементов. Резервирование. Виды резервирования.
22. Модель ненагруженного резерва. Элементы теории массового обслуживания.
23. Восстанавливаемая система без резервирования. Дублирование с восстановлением.

24. Технические факторы. Программные факторы.
25. Эксплуатационные факторы.
26. Модель Шумана. Модель Елинского – Моранды.
27. Модель Шика – Волвертона.
28. Типы оцениваемых показателей надежности.
29. Априорные сведения, используемые при определении показателей надежности по экспериментальным данным.
30. Характер статистической информации при испытаниях на надёжность.

3.3. Примерная тематика курсовых работ/проектов

1. Расчет надежности радиотехнических систем без восстановления.
2. Методы контроля показателей надежности печатных плат радиотехнических устройств.
3. Анализ проблем повышения надежности и долговечности электронных устройств и разработка новых методов диагностики и ремонта.
4. Влияние изменений в технологических процессах на качество продукции в электронике и радиотехнике и разработка новых методов контроля качества.
5. Проблемы повышения надежности электронных и радиотехнических систем в условиях высокой вибрации.
6. Исследования структурной надежности радиотехнических систем методом статистического моделирования.
7. Структурная надежность радиотехнических систем.
8. Расчет надежности нерезервированных невосстанавливаемых радиотехнических систем при внезапных отказах.
9. Расчет надежности резервированных невосстанавливаемых систем.
10. Оценка живучести радиотехнических систем по минимаксному критерию.