

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Тульский государственный университет»

Кафедра «Информационная безопасность»

СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ К ЛАБОРАТОНЫМ РАБОТАМ

по дисциплине

НАДЕЖНОСТЬ, ЭРГОНОМИКА И КАЧЕСТВО ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Направления подготовки:

09.03.03 Прикладная информатика

Профиль «Прикладная информатика в экономике»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: *дистанционная*

Тула 2018 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Надежность объекта

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:изучить основные показатели теории надежности систем

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Изучить лекционный материал по теме работы.
2. Решить задачи по варианту, по возможности использовать средства автоматизации (например, OpenOfficeCalc, Excelи др.)
3. Оформить решения задач и сдать работу преподавателю.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Функция надежности $p(t) = 1 - F(t)$

Частота отказов $F(t)=f(t)=0$ при $t \leq 0$

Свойства функции надежности: 1. $p(t)$ - убывающая функция.

$$2. p(0)=1, \lim_{t \rightarrow \infty} p(t) = 0.$$

$$3. \frac{d}{dt}(p(t)) = -f(t).$$

$$\text{Средняя наработка } \tau = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt, \quad \tau = \int_0^{\infty} p(t) dt$$

$$\lim_{t \rightarrow 0} \int_0^t -f(x) dx = 0, \quad \int_0^{\infty} f(x) dx = \infty$$

$$\text{Интенсивность } \lambda(t) = \frac{f(t)}{p(t)}$$

$$f(t) = -p'(t), \quad f(t) = F'(t),$$

$$p(t) = e^{-\int_0^t \lambda(x) dx}, \quad F(t) = \int_0^t f(t) dt$$

Последовательное соединение

$$p_s(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t), \quad q_s = 1 - p_s, \quad q_s(t) = \sum_{i=1}^n q_i(t), \quad \lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i(t).$$

$$\text{При } \lambda = \text{const} \quad \tau = \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n}.$$

Параллельное соединение

$$q_s(t) = \prod_{i=1}^n q_i(t), \quad p_s = 1 - q_s. \quad \text{При } \lambda = \text{const} \quad \tau = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i}.$$

ЗАДАНИЯ НА РАБОТУ.

Номер варианта соответствует последней цифре в номере зачетки

Номер варианта	Номера задач
0	1,2,3

1	4,5,1
2	2,3,4
3	5,1,2
4	3,4,5
5	1,3,5
6	2,3,5
7	2,4,5
8	1,3,4
9	2,4,1

Задача 1

Дан объект с функцией надёжности $p(t) = 0,2e^{-3t} + 0,7e^{-t}$. Показать, что такого объекта не существует.

Задача 2

Известна функция надёжности $p(t)$

- Определить вероятность того, что отказ произойдёт на интервале (t_1, t_2) ;
- Известно, что объект проработал до момента t_1 . Найти вероятность того, что он проработает до момента t_2 .

Задача 3

Даны два объекта с функциями надёжности $P_1(t) = e^{-2t}$; $P_2(t) = 0,2e^{-3t} + 0,8e^{-t}$. У какого из объектов больше средняя наработка?

Задача 4

Объект имеет постоянные интервалы отказов. Найти значение вероятности безотказной работы в течение средней наработки до отказа.

Задача 5

Распределение наработки до отказа — равномерное в интервале $(0, a)$. Найти функцию надёжности, функцию отказа, среднюю наработку до отказа, интенсивность, вероятность безотказной работы в течение средней наработки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. Надежность объекта

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:изучить основные показатели теории надежности систем

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Изучить лекционный материал по теме работы.
2. Решить задачи по варианту, по возможности использовать средства автоматизации (например, OpenOfficeCalc, Excelи др.)
3. Оформить решения задач и сдать работу преподавателю.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Функция надежности $p(t) = 1 - F(t)$

Частота отказов $F(t)=f(t)=0$ при $t \leq 0$

Свойства функции надежности: 1. $p(t)$ - убывающая функция.

$$2. p(0)=1, \lim_{t \rightarrow \infty} p(t) = 0.$$

$$3. \frac{d}{dt}(p(t)) = -f(t).$$

$$\text{Средняя наработка } \tau = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt, \quad \tau = \int_0^{\infty} p(t) dt$$

$$\lim_{t \rightarrow 0} \int_0^t -f(x) dx = 0, \quad \int_0^{\infty} f(x) dx = \infty$$

$$\text{Интенсивность } \lambda(t) = \frac{f(t)}{p(t)}$$

$$f(t) = -p'(t), \quad f(t) = F'(t),$$

$$p(t) = e^{-\int_0^t \lambda(x) dx}, \quad F(t) = \int_0^t f(t) dt$$

Последовательное соединение

$$p_s(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t), \quad q_s = 1 - p_s, \quad q_s(t) = \sum_{i=1}^n q_i(t), \quad \lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i(t).$$

$$\text{При } \lambda = \text{const} \quad \tau = \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n}.$$

Параллельное соединение

$$q_s(t) = \prod_{i=1}^n q_i(t), \quad p_s = 1 - q_s. \quad \text{При } \lambda = \text{const} \quad \tau = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i}.$$

ЗАДАНИЯ НА РАБОТУ.

Номер варианта соответствует последней цифре в номере зачетки

Номер варианта	Номера задач
0	1,2,3
1	4,5,1

2	2,3,4
3	5,1,2
4	3,4,5
5	1,3,5
6	2,3,5
7	2,4,5
8	1,3,4
9	2,4,1

Задача 1

Дана частота отказов $f(t) = c_1 \lambda_1 e^{-\lambda_1 t} + c_2 \lambda_2 e^{-\lambda_2 t}$, где $c_1 + c_2 = 1$. Найти $p(t)$, $g(t)$, τ , $\lambda(t)$.

Задача 2

Известны значения частоты и интенсивности отказов объекта в один и тот же момент времени. Они равны 0,5 и 0,7. Какая из этих величин чему равна?

Задача 3

Интенсивность отказов объекта $\lambda(t) = t$. Найти функцию надёжности, частоту отказов, среднюю наработку, вероятность безотказной работы в течение средней наработки.

Задача 4

Какие из этих функций могут быть интенсивностями отказов?

а) e^{-t} ; б) e^t ; в) t^5 ; г) $\frac{1}{(t+1)^3}$; д) $\frac{1}{t+1}$.

Задача 5

У объекта с постоянной интенсивностью отказов $P\{T \leq 50\} = \alpha$. Найти $P\{100 \leq T \leq 200\}$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. Надежность объекта

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:изучить основные показатели теории надежности систем

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Изучить лекционный материал по теме работы.
2. Решить задачи по варианту, по возможности использовать средства автоматизации (например, OpenOfficeCalc, Excel и др.)
3. Оформить решения задач и сдать работу преподавателю.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Функция надежности $p(t) = 1 - F(t)$

Частота отказов $F(t)=f(t)=0$ при $t \leq 0$

Свойства функции надежности: 1. $p(t)$ - убывающая функция.

$$2. p(0)=1, \lim_{t \rightarrow \infty} p(t) = 0.$$

$$3. \frac{d}{dt}(p(t)) = -f(t).$$

$$\text{Средняя наработка } \tau = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt, \quad \tau = \int_0^{\infty} p(t) dt$$

$$\lim_{t \rightarrow 0} \int_0^t -f(x) dx = 0, \quad \int_0^{\infty} f(x) dx = \infty$$

$$\text{Интенсивность } \lambda(t) = \frac{f(t)}{p(t)}$$

$$f(t) = -p'(t), \quad f(t) = F'(t),$$

$$p(t) = e^{-\int_0^t \lambda(x) dx}, \quad F(t) = \int_0^t f(t) dt$$

Последовательное соединение

$$p_s(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t), \quad q_s = 1 - p_s, \quad q_s(t) = \sum_{i=1}^n q_i(t), \quad \lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i(t).$$

$$\text{При } \lambda = \text{const} \quad \tau = \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n}.$$

Параллельное соединение

$$q_s(t) = \prod_{i=1}^n q_i(t), \quad p_s = 1 - q_s. \quad \text{При } \lambda = \text{const} \quad \tau = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i}.$$

ЗАДАНИЯ НА РАБОТУ.

Номер варианта соответствует последней цифре в номере зачетки

Номер варианта	Номера задач
0	1,2,3

1	4,5,1
2	2,3,4
3	5,1,2
4	3,4,5
5	1,3,5
6	2,3,5
7	2,4,5
8	1,3,4
9	2,4,1

Задача 1

Решить задачу 10, если интенсивность отказов линейно возрастает:
 $\lambda(t) = \alpha t$.

Задача 2

Испытаниям подвергаются 50 объектов с интенсивностью отказа
 $\lambda(t) = 10^{-5}$ 1/ч. Вычислить ожидаемое число отказов через 18000 ч. наработки.

Задача 3

Какой должна быть средняя наработка до отказа объекта с постоянной интенсивностью отказов, чтобы вероятность безотказной работы в течение 200 ч. была 0,99

Задача 4

Интенсивность отказов $\lambda(t)=t$. Найти ожидаемое число отказов за второй час работы, если к концу первого часа вышли из строя 3 из 50 приборов.

Задача 5

Интенсивность отказов $\lambda(t)=t$. Найти ожидаемое число отказов за третий час работы, если к концу первого часа вышли из строя 13 из 23 приборов.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ №№4-5.

Резервирование системы

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:изучить основные показатели теории надежности систем и резервирование системы.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Изучить лекционный материал по теме работы.
2. Решить задачи по варианту,по возможности использовать средства автоматизации (например, OpenOfficeCalc, Excelи др.)
3. Оформить решения задач и сдать работу преподавателю.

ЗАДАНИЯ НА РАБОТУ

Номер варианта соответствует последней цифре в номере зачетки

Номер варианта	Номера задач
0	1,2,3
1	4,5,1
2	2,3,4
3	5,1,2
4	3,4,5
5	1,3,5
6	2,3,5
7	2,4,5
8	1,3,4
9	2,4,1

Задача 1

Интенсивность отказов объекта $\lambda=0,016$ (1/ч). Для повышения надёжности можно либо облегчить режим работы и снизить интенсивность вдвое, либо дублировать изделие горячим резервом без облегчения режима. Какой способ более целесообразен, если надёжность изделия оценивать средней наработкой?

Задача 2

Пусть в предыдущей задаче надёжность оценивают как $p(10)$. Какой способ повышения надёжности более целесообразен?

Задача 3

Система из двух элементов с постоянной интенсивностью отказов и средней наработкой каждого элемента τ имеет в резерве третий элемент. Методом графа состояний определить среднюю наработку системы для случая горячего и холодного резерва, а также различных способов соединения элементов в систему.

Задача 4

Объект дублирован тёплым резервом. Интенсивность отказов в рабочем состоянии λ , в резервном состоянии λ_r . Переключатель имеет интенсивность отказов λ_o . Найти среднюю наработку.

Задача 5

Имеется один основной элемент и один резервный с постоянной интенсивностью отказов λ . Есть два варианта резервирования:

- а) пассивное резервирование;
- б) активное резервирование с холодным резервом и переключателем с такой же интенсивностью отказов λ .

При каком резервировании будет выше надёжность?

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ №№6-7.

Восстанавливаемый объект

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:изучить основные показатели теории надежности систем и характеристики восстанавливаемого объекта.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Изучить лекционный материал по теме работы.
2. Решить задачи по варианту, по возможности использовать средства автоматизации (например, OpenOfficeCalc, Excel и др.).
3. Оформить решения задач и сдать работу преподавателю.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Если интенсивность отказов λ , интенсивность восстановления μ , то:

$$K_{\Gamma}(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)t} + \frac{\mu}{\lambda + \mu}$$

$$K_{\Pi}(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} (1 - e^{-(\lambda + \mu)t})$$

Коэффициент готовности $K_{\Gamma} = \lim_{t \rightarrow \infty} K_{\Gamma}(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu}$

Коэффициент простоя $K_{\Pi} = \lim_{t \rightarrow \infty} K_{\Pi}(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}$

Другой подход к определению коэффициента готовности:

$$K_{\Gamma} = \frac{\tau}{\tau + \tau_{\text{в}}}, \text{ где}$$

τ — средняя наработка между отказами, $\tau_{\text{в}}$ — среднее время восстановления. Эта формула верна для произвольных распределений наработки до отказа и времени восстановления.

В последующих задачах предполагается, что интенсивности отказа и восстановления постоянны.

ЗАДАНИЯ НА РАБОТУ

Номер варианта соответствует последней цифре в номере зачетки

Номер варианта	Номера задач
0	1,2,3
1	4,5,1
2	2,3,4
3	5,1,2
4	3,4,5
5	1,3,5
6	2,3,5
7	2,4,5
8	1,3,4

9	2,4,1
---	-------

Задача 1

Пусть $K_{\Gamma}=0,95$, среднее время восстановления 5ч. Вычислить вероятность безотказной работы в течение первых 2ч.

Задача 2

Средняя наработка между отказами 500ч, $K_{\Gamma}=0,9$. Определить $K_{\Gamma}(1)$.

Задача 3

Вероятность безотказной работы объекта в течение первых трёх часов равно 0,997. Среднее время восстановления 2,5ч. Найти K_{Π} .

Задача 4

Пусть $\tau = 1/\lambda$ — средняя наработка до отказа объекта. Можно ли определить значение $K_{\Gamma}(\tau)$, если из всех данных есть только значение коэффициента готовности K_{Γ} ?

Задача 5

Пусть известны значения K_{Γ} и $\tau = 1/\lambda$. Можно ли определить функцию готовности $K_{\Gamma}(t)$?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8. Восстанавливаемые системы

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:изучить основные показатели теории надежности систем и характеристики восстанавливаемых систем.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Изучить лекционный материал по теме работы.
2. Решить задачи по варианту, по возможности использовать средства автоматизации (например, OpenOfficeCalc, Excelи др.).
3. Оформить решения задач и сдать работу преподавателю.

ЗАДАНИЯ НА РАБОТУ

Номер варианта соответствует последней цифре в номере зачетки

Номер варианта	Номера задач
0	1,2,3
1	4,5,1
2	2,3,4
3	5,1,2
4	3,4,5
5	1,3,5
6	2,3,5
7	2,4,5
8	1,3,4
9	2,4,1

Задача 1

Пусть в системе один основной элемент и один резервный. Резерв горячий, восстановление неограниченное. Построить граф состояний и записать уравнения переходного режима.

Задача 2

В системе один основной элемент и один резервный. Резерв тёплый, восстановление полностью ограниченное. Построить граф состояний и написать уравнения стационарного режима.

Задача 3

В системе один основной элемент и один запасной в холодном резерве. После отказа системы она не включается, пока оба отказавших элемента не будут восстановлены. Найти K_T , если восстановление:

а) неограниченное

б) ограниченное

Проверить при $\lambda = \mu$.

Задача 4

Имеется непрерывно работающая двухканальная линия передачи информации. Восстановление отказавшего канала требует выключения всей линии. Интенсивность отказов каждого канала λ , интенсивность восстановления - μ .

Как лучше отключать линию, чтобы потерять минимум информации: при каждом отказе или при отказе обоих каналов? Восстановление неограниченное.

Задача 5

Элемент имеет холодный резерв. Определить среднюю наработку до первого отказа.