

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Э. БАУМАНА

ФАКУЛЬТЕТ «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА»
КАФЕДРА «ТЕХНОЛОГИИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»



ОТЧЕТ

К ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ ПО ОНТСМНС НА ТЕМУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНОГО СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

Выполнил:

ПРОХОРОВ М.Д. РЛ6-82

Руководитель:

ДОЦ. ВЕТРОВА Н.А.

Москва, 2017

Содержание

Введение	3
1 Теоретическая часть	4
1.1 Надёжность технических систем	4
1.2 Надёжность технической системы с основным соединением элементов (без восстановления)	4
2 Расчетная часть	6
2.1 Плотность распределения отказов $f(t)$	6
2.2 Вероятность отказа $Q(t)$	6
2.3 ВБР $P(t)$	6
2.4 Интенсивность отказов $\lambda(t)$	7
2.5 Интенсивность отказов системы $\lambda_{sys}(t)$	7
2.6 Результаты построения	7
Заключение	8

Введение

Система состоит из трех независимых элементов, соединенных последовательно с точки зрения надежности. Плотности распределения времени безотказной работы заданы графически при $0 < t < 1$, см. Рис. 0.1

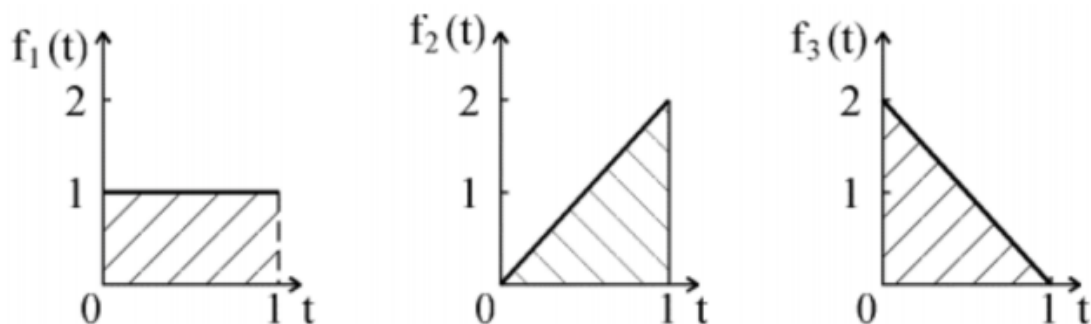


Рисунок 0.1 — Плотности вероятности f_1, f_2, f_3

Найдите интенсивность отказов системы как функцию времени наработке $0 < t < 1$. Постройте графики $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_{sys}$.

1 Теоретическая часть

1.1 Надёжность технических систем

Техническая система — объект, представляющий собой множество взаимосвязанных элементов, рассматриваемых в определённом контексте как единое целое и отделённых от окружающей среды.

Технический элемент — объект, для которого в рамках данного рассмотрения не выделяются составные части.

Структурная схема надёжности (ССН) — логическое и графическое представление объекта, отображающее, каким образом безотказность его блоков и их сочетаний влияют на безотказность объекта.

ССН представляет собой условную запись работоспособного состояния системы через работоспособность элементов этой системы. ССН может быть задана:

- а) аналитически;
- б) графически.

ССН должна:

- а) иметь физический смысл;
- б) достаточно просто описывать работоспособность системы;
- в) поддаваться алгоритмизации.

Виды ССН:

- а) ССН с основным соединением элементов (с последовательным соединением);
- б) ССН с резервным соединением элементов (присутствуют резервирующие элементы).

1.2 Надёжность технической системы с основным соединением элементов (без восстановления)

Аналитически ССН для такой системы задаётся следующим образом: отказ любого элемента системы влечёт за собой отказ системы. ССН основного соединения показана на рис. 1.1

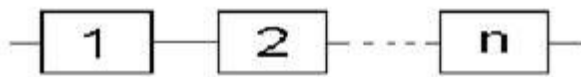


Рисунок 1.1 — ССН основного соединения

При условии независимости отказов элементов в системе (поток отказов без последствий) ВБР системы с основным соединением будет равна произведению ВБР её элементов:

$$P_{sys}(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t). \quad (1.1)$$

Если интенсивность отказов не постоянна, тогда:

$$P_{sys}(t) = e^{-\sum_{i=1}^n \int_0^t \lambda_i(\tau) d\tau}; \quad (1.2)$$

$$T_{1,sys} = \int_0^{\infty} P_{sys}(t) dt. \quad (1.3)$$

Если интенсивность отказов постоянна, тогда:

$$P_{sys}(t) = e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i t}; \quad (1.4)$$

$$T_{1,sys} = \int_0^{\infty} P_{sys}(t) dt; \quad (1.5)$$

$$f_{sys}(t) = -\frac{dP_{sys}(t)}{dt} = \sum_{i=1}^n \lambda_i e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i t}; \quad (1.6)$$

$$\lambda_{sys} = \frac{P_{sys}(t)}{f_{sys}(t)} = \sum_{i=1}^n \lambda_i. \quad (1.7)$$

Основные свойства системы с основным соединением элементов без восстановления:

- а) С увеличением количества элементов системы надёжность системы уменьшается;
- б) Надёжность системы в целом заведомо ниже надёжности любого элемента системы;
- в) Устойчивость экспоненциального закона надёжности.

2 Расчетная часть

2.1 Плотность распределения отказов $f(t)$

Из исходных графиков не трудно восстановить плотность отказов:

$$f_1(t) = 1 + 0t;$$

$$f_2(t) = 0 + 2t;$$

$$f_3(t) = 2 - 2t.$$

2.2 Вероятность отказа $Q(t)$

Из плотности оказов найдем вероятность отказа $Q(t) = \int f(t)dt$:

$$Q_1(t) = \int_0^t f_1(t)dt = t;$$

$$Q_2(t) = \int_0^t f_2(t)dt = t^2;$$

$$Q_3(t) = \int_0^t f_3(t)dt = 2t - t^2.$$

2.3 ВБР $P(t)$

По определению $P(t) = 1 - Q(t)$, тогда:

$$P_1(t) = 1 - Q_1(t) = 1 - t;$$

$$P_2(t) = 1 - Q_2(t) = 1 - t^2;$$

$$P_3(t) = 1 - Q_3(t) = 1 - 2t + t^2.$$

2.4 Интесивность отказов $\lambda(t)$

По определению $\lambda = \frac{f(t)}{P(t)}$, тогда:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= \frac{f_1(t)}{P_1(t)} = \frac{1}{1-t}; \\ \lambda_2 &= \frac{f_2(t)}{P_2(t)} = \frac{2t}{1-t^2}; \\ \lambda_3 &= \frac{f_3(t)}{P_3(t)} = \frac{2-2t}{1-2t+t^2}.\end{aligned}$$

2.5 Интесивность отказов системы $\lambda_{sys}(t)$

Интесивность отказов системы тогда:

$$\lambda_{sys} = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = \frac{1}{1-t} + \frac{2t}{1-t^2} + \frac{2-2t}{1-2t+t^2} = \frac{3-5t}{t^2-1}.$$

2.6 Результаты построения

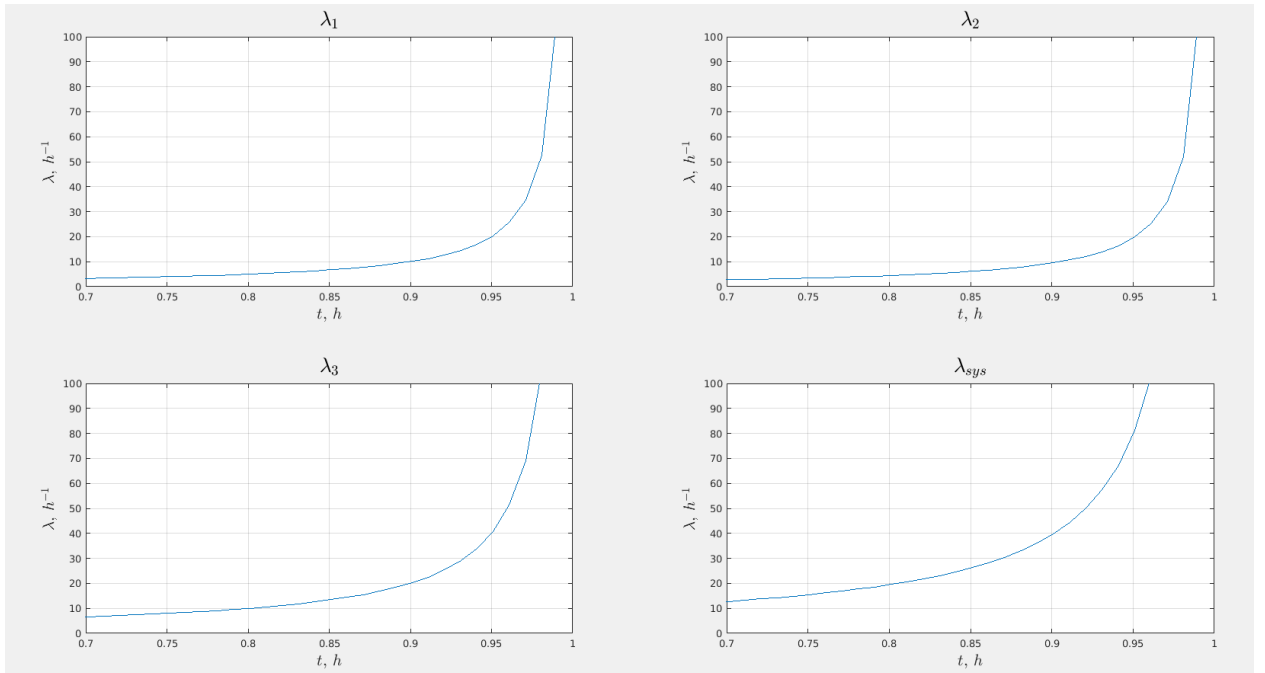


Рисунок 2.1 — Интесивность откзов $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_{sys}$

Заключение

График суммарной интенсивности отказов, представленный на рис. 2.1, значительно отличается от одиночных элементов, что наглядно показывает, что увлечение количества элементов при основном соединении увеличивает λ_{sys} и уменьшает ВБР системы