

Лекция 9

Надежность вычислительных систем

Ефимов Александр Владимирович
E-mail: efimov@cpct.sibsutis.ru

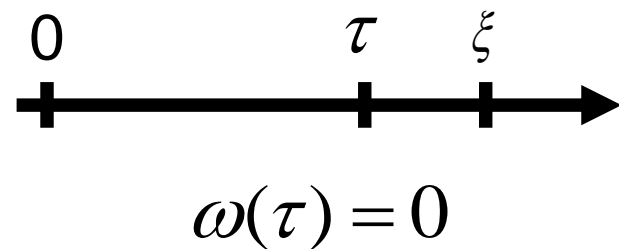
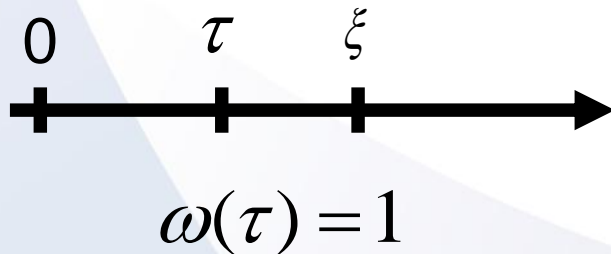
Курс «Архитектура вычислительных систем»
СибГУТИ, 2017

Основные понятия теории надежности. «Производительность»

$$\omega(\tau) = \begin{cases} 1, & \text{если в момент времени } \tau \geq 0 \text{ ЭВМ} \\ & \text{находится в работоспособном состоянии;} \\ 0, & \text{если в момент времени } \tau \geq 0 \text{ ЭВМ} \\ & \text{находится в неработоспособном состоянии;} \end{cases}$$

$\omega(\tau)$ - производительность ЭВМ в момент времени $\tau \geq 0$

ξ - случайная величина, являющаяся моментом возникновения первого отказа в работе ЭВМ.



Функция восстановления

Функция восстановления ЭВМ (вероятность восстановления работоспособного состояния) характеризует способность ЭВМ восстанавливать производительность после отказа с помощью ВУ.

$$u(t) = 1 - P\{\forall \tau \in [0, t) \rightarrow \omega(\tau) = 0\},$$

Вероятность
для всякого τ

принадлежащего
промежутку времени
от 0 до t

Производительность ЭВМ
равна 0

Свойства функции восстановления

1. $u(0) = 0$;
2. $u(+\infty) = 0$;
3. $u(t_1) \leq u(t_2)$ для $t_1 \leq t_2$.

$u(t)$ - интегральная функция распределения времени восстановления отказавшей ЭВМ.

Оценка на практике:

$$u(t) \approx \tilde{u}(t) = m(t) / M,$$

M - число отказавших машин в начале восстановления.

$m(t)$ - число восстановленных машин за время t при условии, что ремонт каждой ЭВМ осуществляется своим ВУ.

Расчет функции восстановления

$$u(t) = 1 - \exp(-\mu t); \quad \tau = \int_0^{\infty} t du(t) = 1 / \mu,$$

τ - среднее время восстановления работоспособного состояния ЭВМ.

μ - интенсивность восстановления ЭВМ или среднее число восстановлений ЭВМ, которое может произвести ВУ в единицу времени.

Примечания

1. Проведение статистических экспериментов, для машин 1-го и 2-го поколений и для мощных ЭВМ 3-го поколения было невозможным.
2. При оценке показателей надежности ЭВМ целесообразно “эксплуатировать” эргодическую гипотезу, кт. позволяет вместо статистических результатов наблюдения за большим числом машин воспользоваться результатами наблюдения за одной машиной в течении длительного времени

Примечания

3. Справедливость экспоненциального закона распределения времени безотказной работы ЭВМ подтверждена обработкой статистических данных по эксплуатации ЭВМ 1 – 3 поколений.
4. Среднее время безотказной работы современных микропроцессорных ЭВМ оценивается в пределах: 10^5 - 10^8 ч. Для отыскания оценок показателей надежности ЭВМ разработаны методики ускоренных экспериментов (например, использующие нагревание интегральных схем).

Функция готовности

Комплексный (связан с понятиями и отказа, и восстановления) показатель надежности ЭВМ, который характеризует производительность ЭВМ и в переходном, и в стационарном режимах работы.

$E_0^1 = \{0, 1\}$ - множество состояний ЭВМ,
 $i = 0$ – состояние отказа
 $i = 1$ – работоспособное состояние

$P_j(i, t)$ - вероятность нахождения ЭВМ в момент $t \geq 0$ в состоянии $j \in E_0^1$, при условии, что начальным было состояние $i \in E_0^1$.

$$s(i, t) = P_1(i, t) = P\{i; \omega(t) = 1\},$$

Свойства функции ГОТОВНОСТИ

1. $s(0, 0) = 0, s(1, 0) = 1;$
2. $s(i, +\infty) = s = const, \quad 0 < s < 1, \quad i \in E_0^1;$
3. $s(0, t_1) \leq s(0, t_2), s(1, t_1) \geq s(1, t_2)$
для $t_1 \leq t_2$.

s - коэффициент ГОТОВНОСТИ.

$$s(i, +\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} s(i, t) = s = const,$$

Вывод формулы функции готовности

Литература

Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем. Учебное пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005; 2-е издание, 2008.

Хорошевский В.Г. Инженерные анализ функционирования вычислительных машин и систем. – М.: “Радио и связь”, 1987.