

Лабораторная работа №11. Методы оценки надежности программного обеспечения.

Для прогнозирования надёжности используемого программного комплекса могут применяться различные модели надёжности. В моделях надёжности программного комплекса используется информация о числе ошибок, вызывающих отказы, устранённые в процессе разработки программного комплекса. На основе такой информации определяются параметры модели, которая может затем использоваться для прогнозирования ожидаемого числа ошибок (отказов программного комплекса) или некоторого другого показателя надёжности. Показателем надёжности программного комплекса может служить вероятность отсутствия обнаружения программных ошибок в течение определённого промежутка времени при эксплуатации программы в расчётном режиме в информационной системе. Одна из моделей основана на следующих допущениях: общее число команд в программе на машинном языке постоянно; в начале компоновочных испытаний число ошибок равно некоторой постоянной величине, и по мере исправления ошибок их становится меньше. В ходе испытаний программы новые ошибки не вносятся; ошибки изначально различимы, по суммарному числу исправленных ошибок можно судить об оставшихся; интенсивность отказов программы пропорциональна числу остаточных ошибок. На основе этих допущений получаем:

$$e_n(t) = e(0) - e_c(t),$$

где t – продолжительность отладки программы, отсчитываемая от момента начала компоновки системы программного обеспечения;

$e_n(t)$ – число остаточных ошибок в момент времени t , отнесённое к общему числу команд I ;

$e(0)$ – отношение числа ошибок E_0 , имеющихся в программе в момент $t = 0$, к общему числу команд на машинном языке I , т. е. $e(0) = E_0 / I$;

$e_c(t)$ – суммарное число ошибок, исправленных к моменту времени t , отнесённое к общему числу команд I .

Используя последнее допущение, имеем:

$$\lambda_s(t) = K_s \cdot e_n(t),$$

где t – время работы системы;

$\lambda_s(t)$ – интенсивность отказов в течение интервалов времени t ;

K_s – коэффициент пропорциональности,

Определив с помощью формулы интенсивность отказов программы (частоту появления ошибок), найдём выражение для вероятности безошибочной работы:

$$R(t) = \exp \left[- \int_0^t \lambda_s(t) dt \right] = \exp \left[- \int_0^t K_s \cdot e_n(t) dt \right].$$

Поскольку в данной модели частота появления ошибок считается независимой от времени t , она принимается постоянной и, следовательно, среднее время безошибочной работы программы равно:

Поскольку в данной модели частота появления ошибок считается независимой от времени t , она принимается постоянной и, следовательно, среднее время безошибочной работы программы равно:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_s(t)} = \frac{1}{K_s \cdot e_n(t)}.$$

Для оценки параметров модели подставим соотношение в формулу, получим следующие выражение для среднего времени безошибочной работы:

$$T_0 = \frac{1}{K_s \cdot [e(0) - e_c(t)]} = \frac{1}{K_s \cdot [E_0 / I - e_c(t)]}.$$

Выражение содержит два неизвестных параметра – K_s и E_0 , которые можно оценить, используя метод согласования моментов. Рассматривая два периода отладки программы t_1 и t_2 , такие, что $t_1 < t_2$, получаем:

$$\frac{t_1}{m_1} = \frac{1}{K_s \cdot [e(0) - e_c(t_1)]},$$

$$\frac{t_2}{m_2} = \frac{1}{K_s \cdot [e(0) - e_c(t_2)]},$$

где t_1 и t_2 – продолжительность работы системы;

m_1 и m_2 – число ошибок в программном обеспечении, обнаруженных соответственно в периодах t_1 и t_2 . Из отношений и следует, что

$$E_0 = \frac{I \cdot [\gamma \cdot e_c(t_1) - e_c(t_2)]}{\gamma - 1},$$

$$\text{где } \gamma = \frac{t_1}{t_2} \cdot \frac{m_2}{m_1} = \frac{T_{01}}{T_{02}},$$

T_{0i} – среднее время безошибочной работы, соответствующее периоду отладки программы и определяемое как $T_{0i} = t_i / m_i$.

Заменяя отношение $\frac{t_1}{m_1}$ на T_1 в формуле , найдем K_s :

$$K_s = \frac{m_1}{T_1 \cdot [E_0 / I - e_c(t_1)]}.$$

Другим методом оценивания параметров E_0 и K_s является использование оценок максимального правдоподобия.

Пример 1. Программа содержит 2 000 командных строк, из них, до начала эксплуатации (после периода отладки), 15 командных строк содержат ошибки. После 20 дней работы обнаружена 1 ошибка. Найти интенсивность отказов программы при коэффициенте пропорциональности, равном 0,7, и среднее время безошибочной работы программы.

Пример 2.

На условиях примера 1, определить вероятность безошибочной работы программы в течение 90 суток.

Решение.

Вероятность безошибочной работы программы в течение 90 суток, в соответствии с выражением

$$R(90) = \exp\left[-\int_0^90 \lambda_s(t) dt\right] = \exp\left[-\int_0^90 0,0049 dt\right] = e^{-0,0049 \cdot 90} = 0,64.$$

В

соответствии с выражением, найдем интенсивность отказов программы:

$$\lambda_s(20) = K_s \cdot [e(0) - e_c(t)] = 0,7 \cdot (15/2000 - 1/2000) = 0,0049 \text{ 1/сут.}$$

В соответствии с выражением, найдем среднее время безошибочной работы программы.

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_s(t)} = 1/0,0049 = 200 \text{ сут.}$$

Пример 2.

На условиях примера 1, определить вероятность безошибочной работы программы в течение 90 суток.

Решение.

Вероятность безошибочной работы программы в течение 90 суток, в соответствии с выражением

$$R(90) = \exp\left[-\int_0^90 \lambda_s(t) dt\right] = \exp\left[-\int_0^90 0,0049 dt\right] = e^{-0,0049 \cdot 90} = 0,64.$$

Задание для самостоятельной работы:**Вариант 1:**

- а) Программа содержит 100 000 командных строк, из них, до начала эксплуатации (после периода отладки), 210 командных строк содержат ошибки. После 40 дней работы обнаружена 101 ошибка. Найти интенсивность отказов программы при коэффициенте пропорциональности, равном 0,4, и среднее время безошибочной работы программы.
- б) Определить вероятность безошибочной работы программы в течении 100 суток.

Вариант 2:

- a) Программа содержит 400 000 командных строк, из них, до начала эксплуатации (после периода отладки), 110 командных строк содержат ошибки. После 40 дней работы обнаружена 81 ошибка. Найти интенсивность отказов программы при коэффициенте пропорциональности, равном 0,7, и среднее время безошибочной работы программы.
- b) Определить вероятность безошибочной работы программы в течении 80 суток.

Вариант 3:

- a) Программа содержит 10 000 командных строк, из них, до начала эксплуатации (после периода отладки), 22 командных строк содержат ошибки. После 10 дней работы обнаружена 31 ошибка. Найти интенсивность отказов программы при коэффициенте пропорциональности, равном 0,6, и среднее время безошибочной работы программы.
- b) Определить вероятность безошибочной работы программы в течении 40 суток.

Вариант 4:

- a) Программа содержит 90 000 командных строк, из них, до начала эксплуатации (после периода отладки), 100 командных строк содержат ошибки. После 40 дней работы обнаружена 66 ошибок. Найти интенсивность отказов программы при коэффициенте пропорциональности, равном 0,7, и среднее время безошибочной работы программы.
- b) Определить вероятность безошибочной работы программы в течении 20 суток.

Вариант 5:

- a) Программа содержит 20 000 командных строк, из них, до начала эксплуатации (после периода отладки), 35 командных строк содержат ошибки. После 15 дней работы обнаружена 61 ошибка. Найти интенсивность отказов программы при коэффициенте пропорциональности, равном 0,5, и среднее время безошибочной работы программы.
- b) Определить вероятность безошибочной работы программы в течении 25 суток.

Вариант 6:

- a) Программа содержит 87 000 командных строк, из них, до начала эксплуатации (после периода отладки), 160 командных строк содержат ошибки. После 55 дней работы обнаружена 171 ошибка. Найти интенсивность отказов программы при коэффициенте пропорциональности, равном 0,6 и среднее время безошибочной работы программы.
- b) Определить вероятность безошибочной работы программы в течении 45 суток.

Вариант 7:

- a) Программа содержит 45 000 командных строк, из них, до начала эксплуатации (после периода отладки), 43 командные строки содержат ошибки. После 67 дней работы обнаружена 150 ошибок. Найти интенсивность отказов программы при коэффициенте пропорциональности, равном 0,3, и среднее время безошибочной работы программы.
- b) Определить вероятность безошибочной работы программы в течении 10 суток.

Вариант 8:

- a) Программа содержит 300 000 командных строк, из них, до начала эксплуатации (после периода отладки), 110 командных строк содержат ошибки. После 75 дней работы обнаружена 201 ошибка. Найти интенсивность отказов программы при коэффициенте пропорциональности, равном 0,4, и среднее время безошибочной работы программы.
- b) Определить вероятность безошибочной работы программы в течении 42 суток

Вариант 9:

- a) Программа содержит 36 000 командных строк, из них, до начала эксплуатации (после периода отладки), 55 командных строк содержат ошибки. После 15 дней работы обнаружена 85 ошибка. Найти интенсивность отказов программы при коэффициенте пропорциональности, равном 0,6, и среднее время безошибочной работы программы.
- b) Определить вероятность безошибочной работы программы в течении 33 суток.

Вариант 10:

- a) Программа содержит 23 000 командных строк, из них, до начала эксплуатации (после периода отладки), 35 командных строк содержат ошибки. После 20 дней работы обнаружена 61 ошибка. Найти интенсивность отказов программы при коэффициенте пропорциональности, равном 0,7, и среднее время безошибочной работы программы.
- b) Определить вероятность безошибочной работы программы в течении 12 суток.