**1.1 Модель Шумана**

Модель Шумана строится на основе нескольких критериев:

* 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.

Предполагается, что до начала тестирования (т.е. в момент τ=0) имеется M ошибок. В течение времени тестирования τ обнаруживается ε1(τ) ошибок в расчете на одну команду в машинном языке.

Тогда удельное число ошибок на одну машинную команду, оставшихся в системе после времени тестирования τ, равно:

(1)

где I -- общее число машинных команд, которое предполагается постоянным в рамках этапа тестирования.

Предполагается, что значение функции количества ошибок Z(t) пропорционально числу ошибок, оставшихся в программе после израсходованного на тестирование времени τ.

Z (t) = C \* ε2 (τ),

где С -- некоторая постоянная, t - время работы программы без отказов.

Тогда, если время работы программы без отказа t отсчитывается от точки t = 0, а τ остается фиксированным, функция надежности, или вероятность безотказной работы на интервале от 0 до t, равна

(2)

 (3)

Нам необходимо найти начальное значение ошибок M и коэффициент пропорциональности С. Эти неизвестные оцениваются путем пропуска функционального теста в двух точках переменной оси отладки τa и τв, выбранных так, что ε1(τa)<ε1(τd).

В процессе тестирования собирается информация о времени и количестве ошибок на каждом прогоне, т.е. общее время тестирования τ складывается из времени каждого прогона:

τ = τ1 + τ2 + τ3 + … + τn.

Предполагая, что интенсивность появления ошибок постоянна и равна λ, можно вычислить ее как число ошибок в единицу времени,

(4)

где Ai - количество ошибок на i - ом прогоне

Тогда.(5)

Имея данные для двух различных моментов тестирования τa и τв, можно сопоставить уравнения (3) при τa и τb:

 (6)

 (7)

Из соотношений (6) и (7) найдем неизвестный параметр С и М:

 (8)

 (9)

Получив неизвестные M\* и C\*, можно рассчитать надежность программы по формуле (2).

**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 среднее время безошибочной работы программы и интенсивность отказов программы при коэффициенте пропорциональности, равном 0,7.

|  |  |
| --- | --- |
| I= | 2000 |
| M= | 15 |
| t= | 20 |
| x= | 1 |
| C= | 0,7 |
|  |  |
|  |  |



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| E1(t)= | 0,0005 |  |  |
| E2(t)= | 0,007 |  |  |
| P(t)= | 0,906649 |  |  |
| tср= | 204,0816 |  |  |
| λ= | 0,0049 | -- интенсивность отказов | |

**Пример 2.**

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

|  |  |
| --- | --- |
| I= | 2000 |
| M= | 15 |
| t= | 90 |
| x= | 1 |
| C= | 0,7 |
| |  |  | | --- | --- | | P(t)= | 0,643393 | |  |

**Пример 3**.

Определить первоначальное количество возможных ошибок в программе, содержащей 2 000 командных строк, если в течение первых 60 суток эксплуатации было обнаружено 2 ошибки, а за последующие 40 суток была обнаружена одна ошибка. Определить *T0* – среднее время безошибочной работы, соответствующее первому и второму периоду эксплуатации программы и коэффициент пропорциональности.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I= | 2000 | |  |  |  |
| t1= | 60 суток | |  |  |  |
| t2= | 100 суток | |  |  |  |
| x1= | 2 ошибок | |  |  |  |
| x2= | 3 ошибок | |  |  |  |
| T0= | 30,333333 | |  |  |  |
| λ1= 0,033333 |  | |  |  |  |
| λ2= | 0,03 | |  |  |  |
| C= | 6,666667 | |  |  |  |
| E1(t1)= | 0,001 | |  |  |  |
| E2(t2)= | 0,0015 | |  |  |  |
| M= | 12 | |  |  |  |
| Л2/Л1= | 0,9 |