

ВОЕННО-КОСМИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ А.Ф. МОЖАЙСКОГО
Кафедра информационно-вычислительных систем и сетей

УТВЕРЖДАЮ

ВрИО начальника 24 кафедры

ПОЛКОВНИК

А. Васильев

« 27 » февраля 2023 года

Автор: преподаватель 24 кафедры,
кандидат технических наук, доцент С. Баглюк

Тема 4. Оценивание надёжности функционирования ПО

Лекция № 11

Оценка надёжности ПМ на этапе отладки

по дисциплине

Надёжность автоматизированных систем

Обсуждено и одобрено на заседании 24 кафедры
« 27 » февраля 2023 года протокол № 6

Санкт - Петербург

2023

Цель занятия: сформировать знания у курсантов по оцениванию надежности ПМ на этапе отладки.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ И ВРЕМЯ

Введение	5 мин.
1. Классификация методов оценки надежности ПО	20 мин.
2. Метод оценки надежности ПМ на основе его отладки	40 мин.
3. Повышение надежности ПМ на этапе отладки	20 мин.
Заключение	5 мин.

Введение

Методы оценки надежности ПО различаются в зависимости от этапов его жизненного цикла.

1. Классификация методов оценки надежности ПО

Существует несколько подходов к классификации существующих методов оценки надежности ПО в зависимости от выбранного критерия.

Например, по **критерию учета структуры программы** методы оценки надежности ПО можно подразделить:

- на учитывающие структурные взаимосвязи между ее составными элементами;
- рассматривающие программу в виде «черного ящика»,
по **критерию учета ошибок:**
- предусматривающие расчет ошибок;
- без расчета ошибок.

Методы оценки надежности ПО также можно различать по **эффективности их применения** на различных этапах жизненного цикла ПО:

- для этапов написания спецификаций, проектирования и кодирования программ лучшие оценки позволяют получить методы, основанные на **подходе Холстеда**. Он основывается на свойстве человеческого мозга принимать наряду с правильными решениями и ошибочные. Поэтому в качестве основных метрических характеристик используются количества операторов и операндов;
- для этапа отладки широкое распространение получил **байесовский подход**. Данный подход позволяет объединить в процессе оценки априорные данные, полученные на ранних этапах жизненного цикла ПО, с данными испытаний. Достоверность оценок при этом не снижается;
- на этапах отладки и эксплуатации ПО хорошие результаты дают детерминистические метод, например, **метод Мусы**.

Достаточно универсальным методом оценки надежности ПО, который можно использовать как при разработке, так и при эксплуатации ПО, является *метод Нельсона*. Он позволяет учитывать эффективность тестов, применяемых для обнаружения ошибок.

2. Метод оценки надежности ПМ на основе его отладки

Постановка задачи:

Требуется определить вероятностные показатели функционирования ПМ по результатам его отладки, проводимой до использования модуля по его целевому назначению.

Алгоритм отладки:

1. Случайно выбираются значения исходных данных и выполняются вычисления на ЭВМ. Если до окончания вычислений отказа функционирования ПМ не произошло и результат вычислений соответствует эталонному, то случайным образом снова выбираются значения исходных данных, выполняются вычисления, результат проверяется на соответствие эталону и т.д.
2. Если в процессе вычислений фиксируется отказ до их окончания, то запоминается промежуток времени от начала вычислений до момента отказа.
3. Причина отказа определяется, отказ устраняется. Предполагается, что отказа устраняется мгновенно и новые ошибки не вносятся.
4. Затем вновь случайным образом выбираются значения исходных данных и процесс продолжается до тех пор, пока не будет получено достаточно статистических данных для оценки надежности ПМ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СРЕДНЕГО ВРЕМЕНИ МЕЖДУ ОТКАЗАМИ

Пусть:

t_u – длительность одного успешного прогона;

t_i – время от начала i -го прогона до отказа в нем;

n – общее число прогонов;

r – число прогонов из n , в которых имели место отказы.

Тогда:

$$T^* = \frac{\sum_{i=1}^r t_i + (n-r)t_u}{n},$$
$$\lambda^* = \frac{1}{T^*},$$

где T^* – статистическое среднее время между отказами ПМ,

λ^* – статистическая интенсивность отказа.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ПМ

Пусть N – начальное количество ошибок в ПМ,

I – число команд в ПМ,

тогда

$$\varepsilon_r(t_0) = \frac{N}{I} - \varepsilon_u(t_0), \quad \frac{N}{I} > \varepsilon_u(t_0), \varepsilon_r(t_0) > 0,$$

где $\varepsilon_u(t_0)$ – число исправленных ошибок в ПМ за время отладки t_0 ,

$\varepsilon_r(t_0)$ – число оставшихся ошибок в ПМ после отладки.

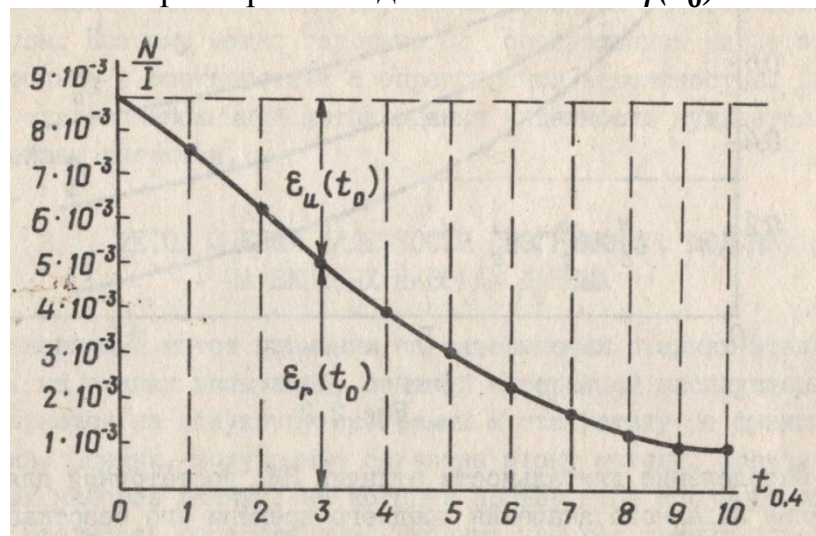
$$F(t, t+\Delta t) = \lambda(t) \cdot \Delta t = k \cdot \varepsilon_r(t_0) \cdot \Delta t,$$

где $F(t, t+\Delta t)$ – условная вероятность отказа ПМ в интервале $[t, t+\Delta t)$, найденная при условии, что до момента t отказа не было;

$\varepsilon_r(t_0)$ – число оставшихся ошибок в ПМ после отладки;

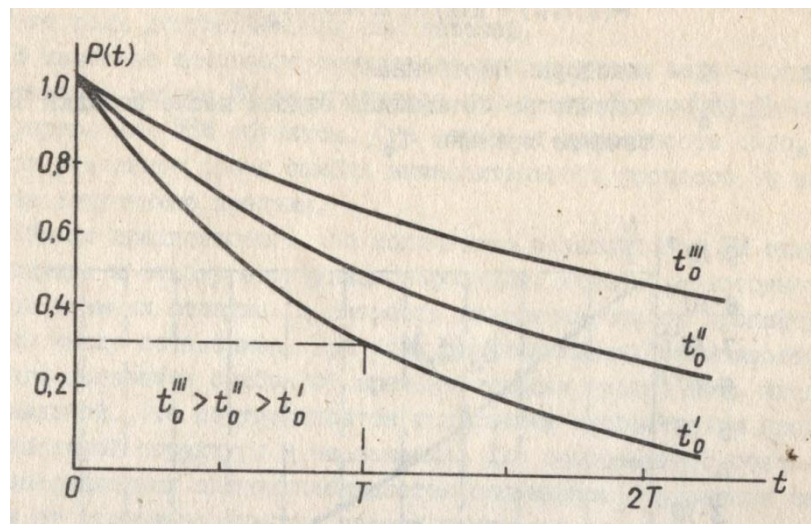
k – некоторая постоянная.

Характерный вид зависимости $\varepsilon_r(t_0)$



При допущении, что распределение времени до отказа подчинено экспоненциальному закону, вероятность его отсутствия будет равна

$$P(t) = e^{-\lambda t} = e^{-k\varepsilon_r(t_0)t}.$$



Среднее время безотказной работы, определяемое из выражения для $P(t)$ будет равно:

$$T(t) = \int_0^{\infty} P(t) dt = \frac{1}{k \cdot \varepsilon_r(t_0)} = \frac{I}{k[N - I\varepsilon_u(t_0)]}.$$

Определение k и N

Пусть для различных t_0' и t_0'' определены $\varepsilon_u(t_0')$ и $\varepsilon_u(t_0'')$. Тогда средние времена безотказной работы для каждого периода отладки t_0' и t_0'' будут равны:

$$T_1 = \frac{1}{\lambda_1} = \frac{I}{k[N - I\varepsilon_u(t_0')]}; \quad T_2 = \frac{1}{\lambda_2} = \frac{I}{k[N - I\varepsilon_u(t_0'')]}.$$

Тогда, разделив первое выражение на второе, получим

$$N = \frac{I[\eta\varepsilon_u(t_0') - \varepsilon_u(t_0'')]}{\eta - 1}, \quad \eta = \frac{T_1}{T_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}.$$

$$K = \frac{\lambda_1}{[N - I\varepsilon_u(t_0')]} = \frac{\lambda_2}{[N - I\varepsilon_u(t_0'')]}.$$

Данный метод прост для практического применения и учитывает влияние времени отладки ПМ на показатели его надежности. Однако метод предполагает, что число ошибок в ПМ не случайно. На самом деле оно случайно.

3. Повышение надежности ПМ на этапе отладки

Надежность ПМ определяется количеством дефектов, заложенных на стадиях ее проектирования и кодирования.

Отладка один из основных этапов создания надежных ПМ.

Этап отладки ПМ включает в себя следующие операции:

- выбор тестовых наборов данных из множества возможных и их эталонных откликов;
- прогон ПМ на выбранных тестовых входных наборах и сравнение полученных результатов с эталонными откликами;
- выявление и локализация дефектов;
- исправление выявленных дефектов, т.е. собственно отладка.

При выборе тестовых наборов данных учитываются:

- алгоритм ПМ и распределение переменных, являющихся исходными для данного алгоритма;
- характеристики вычислительной (вычислительные средства) и программной (общесистемное и специальное ПО) сред;

- характеристики возможных воздействий, влияющих на программную среду;
- структура ПМ.

Процесс выбора тестовых входных наборов данных осуществляется:

- вручную, когда каждый вариант исходных данных формируется разработчиком ПМ;
- автоматизировано, с использованием специальных имитирующих программ, рассчитывающих тесты непосредственно в ЭВМ, на которой функционируют тестируемые ПМ;
- автоматизировано, с использованием универсальной технологической ЭВМ для генерации тестовых входных наборов данных с последующим их введением в ЭВМ, на которой ведется отладка ПМ;
- автоматизировано, с использованием специальной аналоговой и цифровой аппаратуры для генерации тестовых входных наборов данных.

Заключение

Таким образом, сегодня были рассмотрены методы оценки и повышения надежности ПО.

Задание на самостоятельную работу:

- 1) Отработать учебный материал по конспекту лекций.
- 2) Изучить материал рекомендуемой литературы.

С. Баглюк

(воинское звание, подпись, инициал имени, фамилия автора)

«20» февраля 2023 г.