

Д. А. МАЕВСКИЙ, канд. техн. наук, зав. каф., ОНПУ, Одесса

ВЛИЯНИЕ ВТОРИЧНЫХ ДЕФЕКТОВ НА НАДЕЖНОСТЬ ДИНАМИЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Проведены исследования влияния вторичных дефектов в программном обеспечении динамических информационных систем на их надежность. Выявлена и исследована тенденция увеличения количества вторичных дефектов на начальной стадии процесса тестирования, что негативно влияет на надежность. Из.: 2. Библиогр.: 6 назв.

Ключевые слова: надежность программного обеспечения, вторичные дефекты, теория динамики программных систем, динамические информационные системы.

1. Введение

Для оценки надежности программного обеспечения (ПО) информационных

© Д. А. МАЕВСКИЙ, 2012

систем (ИС) широко используются методы математического моделирования. Целью моделирования показателей надежности является параметризация временных зависимостей для количества оставшихся в системе дефектов и количества дефектов,

внесенных в систему в процессе отладки. Такие дефекты получили название вторичных. Внесение в ПО ИС дополнительных вторичных дефектов негативно сказывается на надежности системы. Ситуация осложняется, если предметная область (ПрО) ИС претерпевает изменения в процессе их эксплуатации. Такие ИС с изменяющейся ПрО будем называть динамическими ИС (ДИС). При изменениях ПрО соответствующие изменения должны быть внесены и в ПО ДИС, что вызывает риск появления вторичных дефектов и снижения показателей надежности системы. Поэтому задача оценивания надежности ДИС при наличии вторичных дефектов, а также выявления закономерностей их проявления является актуальной.

2. Цель работы

Целью работы является исследование закономерностей проявления вторичных дефектов и их влияния на надежность ДИС.

3. Методы исследования

В настоящее время в традиционной теории надежности ПО не существует методов для оценивания показателей надежности с учетом влияния вторичных дефектов [1]. Многочисленные попытки ввести вторичные дефекты в существующие модели надежности [2, 3, 4] не привели к созданию практически применимых методов их учета. В [5, 6] описана разработанная автором теория динамики программных систем (ДПС) и показано, что на ее базе возможна разработка математических моделей, учитывающих влияние вторичных дефектов. В теории ДПС программная система (ПС) рассматривается как открытая неравновесная система, взаимодействующая со своей ПрО по законам неравновесных систем. При этом закон изменения количества дефектов во времени описывается системой автономных дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{df_1}{dt} = -A_1 \cdot f_1 - A_2 \cdot f_2 \\ \frac{df_2}{dt} = -A_2 \cdot f_1 - A_1 \cdot f_2 \end{cases}, \quad (1)$$

где f_1 – текущее количество дефектов в ПС, f_2 – количество внесенных в ПС вторичных дефектов, A_1 и A_2 – коэффициенты влияния, имеющие размерность *время*⁻¹. A_1 является коэффициентом пропорциональности между количеством дефектов, которые содержатся в программной системе и соответствующей этим дефектам интенсивностью выходного потока (скоростью их изменения). Коэффициент A_2 показывает взаимовлияние выходного потока дефектов на входной поток (поток вторичных дефектов), и наоборот, входного потока на выходной.

Правомерность моделирования процессов выявления дефектов в ПС неравновесными процессами доказана путем сравнения экспериментально полученных временных рядов выявления дефектов с расчетными по теории ДПС. Для исследований взята статистически значимая выборка из 123 экспериментальных временных рядов и проведено 1230 оценок точности. Точность оценивания надежности по ДПС сравнивалась с точностью оценивания по девяти наиболее распространенным моделям. Результаты сравнения показали, что теория ДПС позволяет стабильно точно оценивать показатели надежности, причем точность оценок по ДПС в 2,5 раза выше, чем у других моделей [6].

Решением этой системы для текущего количества вторичных дефектов учетом начальных условий $f_1(0) = F_0$, $f_2(0) = 0$ имеет вид выражение

$$f_2(t) = F_0 \cdot e^{-A_1 t} \cdot sh(A_2 \cdot t). \quad (2)$$

Формула (2) позволяет выполнить исследование закономерностей внесения в ПС вторичных дефектов и их влияние на надежность.

4. Результаты исследований

Для исследований закономерностей внесения вторичных дефектов в ПС использовалась гипотетическая программная система с такими параметрами: $F_0 = 100$, $A_1 = 0,01 \text{сут}^{-1}$, коэффициент k изменяется в диапазоне от 0 до 1,1. Такое значение параметра A_1 соответствует учетным и банковским ДИС в период эксплуатации. При этом значение $k = 0$ означает полное отсутствие потока

вторичных дефектов, а значение $k = 1$ соответствует ситуации, при которой исправление одного первичного дефекта всегда сопровождается внесением одного вторичного. При значениях $k > 1$ количество внесенных вторичных дефектов превышает количество исправленных первичных. Зависимости количества вторичных дефектов от времени представлены на рис. 1.

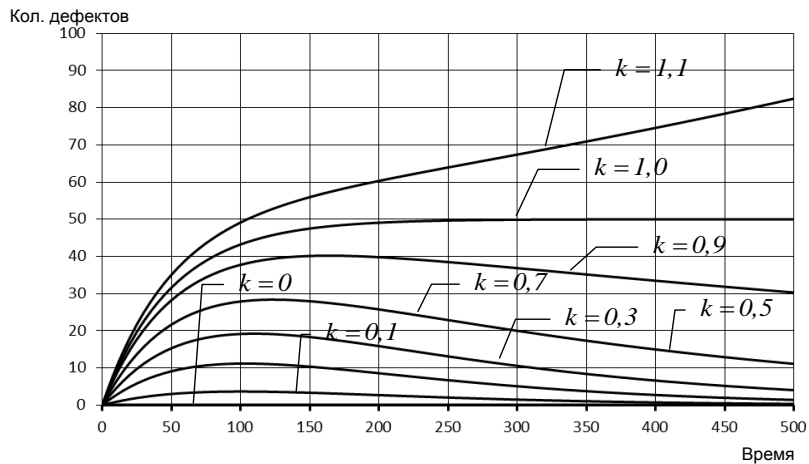


Рис. 1. Количество дефектов выходного потока в зависимости от $K=A_2/A_1$

Из анализа этих зависимостей можно сделать следующие выводы:

- при увеличении коэффициента k количество дефектов, оставшихся в системе, увеличивается;
- при $k = 1$ это количество стабилизируется на значении 50% от начального количества дефектов F_0 ;
- при малых значениях коэффициента k интенсивность входного потока вторичных дефектов является незначительной в сравнении с интенсивностью выходного потока;
- при $k > 1$ количество вторичных дефектов монотонно растет во времени, что хорошо согласуется с качественными представлениями о поведении дефектов в ПС.

Из рис. 1 видно, что зависимость количества внесенных в ПС вторичных дефектов имеет четко выраженный максимум, особенно при больших значениях k - от 0,5 до 0,7 и этот, не известный раньше факт, следует учитывать при планировании процесса тестирования ПС ДИС. Можно сказать, что на этапе выявления дефектов, если при исправлении старых вносятся новые вторичные, то есть $k > 0$, существуют временные интервалы повышенного риска, когда внесение вторичных дефектов является наиболее интенсивным. Знание этих интервалов особенно важно на этапе тестирования и отладки ПО ДИС. Прогнозируя вхождение в интервал риска можно заранее спланировать и организовать процесс отладки таким образом, чтобы уменьшить количество вторичных дефектов, которые вносятся в этот период.

Теория ГНС дает возможность спрогнозировать время, когда количество внесенных вторичных дефектов будет максимальным. Назовем это время **критическим временем** и обозначим как t_k (рис. 2). Рассматривая производную выражения (2) можно показать, что она равна нулю при

$$t_k = \frac{\ln\left(\frac{A_1 + A_2}{A_1 - A_2}\right)}{2 \cdot A_2}. \quad (3)$$

Это и есть значение критического времени. Следует отметить, что выражение (3) определено при условии $A_1 > A_2$.

Для определения границ интервала повышенного черточка найдем приблизительное значение времени, за которое функция $f_2(t)$ при $A_1 > A_2$ достигнет близкого к нулю значения. Принимая во внимание то, что гиперболический синус является функцией, модуль которой возрастает на всем интервале определения, скорость затухания $f_2(t)$, как видно из (2), определяет экспонента с показателем A_1 . Известно, что экспонента $e^{-A_1 t}$ за время, равное $\Delta t = \frac{1}{A_1}$ затухает в $e = 2,718$ раз (число Эйлера). Поэтому для определения зоны повышенного риска можно принять такие границы:

Рис. 2. Интервал повышенного риска внесения вторичных дефектов

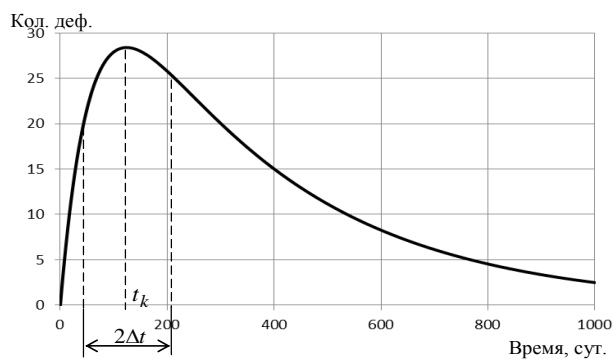


Рис. 2. Интервал повышенного риска внесения вторичных дефектов

$$t_k - \Delta t \leq t \leq t_k + \Delta t, \quad \Delta t = \frac{1}{A_1} \quad (4)$$

Таким образом, теория динамики программных систем позволяет выявить временной интервал повышенного риска внесения в ПС ДИС вторичных дефектов и рассчитать его границы.

5. Выводы

Полученные результаты были проверены экспериментально при разработке трех программных проектов учетных ДИС в среде 1С:Предприятия. На этапе тестирования, на основании временного ряда выявленных дефектов, определены коэффициенты влияния (1) созданных ДИС. Зоны повышенного риска отслеживались на этапе пробной эксплуатации. На соответствующих временных интервалах повышенного риска был усилен контроль при исправлении выявленных дефектов с целью недопущения внесения вторичных. За счет этого расходы на поддержку ДИС на этапе пробной эксплуатации сократились от восьми до двенадцати процентов по сравнению с расходами на аналогичные проекты до проведения исследований.

Таким образом, описанные в работе закономерности проявления вторичных дефектов на этапе эксплуатации ДИС получили практическое подтверждение.

Список литературы: 1. *Lyu, M. R. Handbook of Software Reliability Engineering / M. R. Lyu.* — New York: McGraw-Hill Company. — 1996. — 805 p. 2. *Moranda, P. B. Software Reliability Research / P. B. Moranda, J. Jelinski // Statistical Computer Performance Evaluation.* — New York: Academic Press, 1972. — 15 p. 3. *Wagner, S. A Software Reliability Model*

Based on a Geometric Sequence of Failure Rates / *S. Wagner, H. Fischer* // Technical Report TUMI-0520, Institut für Informatik. — München: Technische Universität München. — 2005. **4.** *Одарущенко, О. Н.* Учет вторичных дефектов в моделях надежности программных средств / *О. Н.Одарущенко, А. А. Руденко, В. С. Харченко* // Математичні машини і системи. — 2010. — № 1. — с. 205—217. **5.** *Маевский, Д. А.* Динамика программных систем и модели их надежности [Текст] / *Д. А. Маевский* // Сб. Радиоэлектронные и компьютерные системы. — 2011. — №.2 — С. 45—54. **6.** *Maevsky, D.A.* Software reliability. Non probabilistic approach/ *Dmitry A. Maevsky, Helen D. Maevskaya, Alexander A. Leonov* // Reliability : Theory & Applications. Electronic Journal. — 2012. — Vol.7 No. 3 — p. 8 – 20

УДК 004.519.217

Вплив вторинних дефектів на надійність динамічних інформаційних систем/ Д.А. Маєвський// Вісник НТУ «ХПІ». Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. - № 50(956). С. 54-58.

Проведено дослідження впливу вторинних дефектів в програмному забезпеченні динамічних інформаційних систем на їх надійність. Виявлена та досліджена тенденція збільшення кількості вторинних дефектів на початковій стадії процесу тестування, що негативно впливає на надійність. Л.: 2. Бібліогр.: 6 назв.

Ключові слова: надійність програмного забезпечення, вторинні дефекти, теорія динаміки програмних систем, динамічні інформаційні системи.

UDC 004.519.217

Influence of secondary defects on reliability of dynamic information systems / D. Maevsky //Bulletin of NTU “KhPI”. Subject issue: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”. – 2012. - № 50(956). P.54-58.

Studies of influence of secondary defects are undertaken in software of the dynamic information systems on their reliability. The tendency of increase of amount of secondary defects is educed and investigational on the initial stage of testing process, that negatively influences on reliability. Im.: 2. Bibliogr.: 6.

Keywords: reliability of software, secondary defects, theory of dynamics of the programming systems, dynamic information systems.

Надійшла до редакції 20.09.2012