

УДК 004.415.5

О.М. ТАРАСЮК

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***МЕТОДИКА НОРМАЛИЗАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ  
ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

В статье проведен анализ факторов, влияющих на полноту и достоверность статистической информации о тестировании программного обеспечения. Предложена методика нормализации статистических данных тестирования с учетом неоднородности тестовых усилий и других факторов. Приведены рекомендации по использованию статистических данных о тестировании для применения математических моделей оценки надежности программного обеспечения

**тестирование программного обеспечения, нормализация статистических данных****Введение**

**Актуальность оценки надежности программного обеспечения.** Развитие информационно-управляющих систем характеризуется возрастающим влиянием программного обеспечения (ПО) на их надежность. Об этом свидетельствует, например, тот факт, что каждый сотый пуск в ракетно-космических комплексах завершается аварией вследствие дефектов ПО, а 6 из 7 отказов компьютерных систем этих комплексов обусловлены такими дефектами [1]. В этом контексте необходимо подчеркнуть исключительную важность обеспечения и достоверной оценки надежности программного обеспечения.

**Анализ литературы. Постановка задачи.** Доминирующим при оценке свойства надежности остается метод, основанный на расчете традиционных вероятностных показателей надежности с использованием математических моделей (МНПО) [2, 3].

Большинство и моделей оценки надежности программного обеспечения оперируют с исходными статистическими данными об обнаружении и исправлении дефектов ПО, представленными в одном из двух форматов: временном или интервальном [4].

Первый формат статистических данных получается при точечном методе регистрации результатов тестирования ПО, когда фиксируется календарное или процессорное время обнаружения и исправле-

ния каждого дефекта ПО, в результате чего известно время между обнаружением двух соседних дефектов. Статистические данные, имеющие интервальный формат, формируются путем обобщения результатов тестирования за некоторый фиксированный или переменный промежуток времени (например, количество дефектов выявленных за каждый день, неделю). Оба способа представления результатов тестирования имеет как свои преимущества, так и недостатки. Представление статистических данных в интервальном формате позволяет «сглаживать» недостатки процесса документирования результатов тестирования за счет их агрегирования.

Статистические данные, имеющие временной формат, является более точными и, кроме того, могут быть преобразованы без потери качества к интервальному формату. В то же время качество такой статистики существенно зависит от опыта тестировщиков, полноты и своевременности фиксации моментов проявления дефектов.

Точность предсказания надежности ПО определяется адекватностью выбранной модели надежности, а также качеством статистической информации о тестировании и её соответствием реальным условиям реализации программного проекта. Решение первой задачи выбора МНПО, адекватной особенностям программного обеспечения, а также условиям и процессу разработки, предложено в работе [5].

Однако все еще нерешенной остается **актуальная задача** нормализации статистических данных о тестировании ПО с учетом особенностей программного проекта.

**Целью данной статьи** является разработка методики нормализации статистических данных о тестировании, что позволит получать более точную оценку надежности программного обеспечения с помощью вероятностных моделей надежности, использующих в качестве исходных данных информацию об обнаружении и исправлении программных дефектов.

### **Анализ факторов, влияющих на полноту и достоверность статистической информации о тестировании ПО**

Полнота и достоверность статистической информации, а также возможность её применения для анализа надежности с помощью МНПО зависит от ряда факторов, наиболее существенными среди которых являются:

– наличие средств автоматизированной регистрации результатов тестирования (наиболее существенно для точечного метода регистрации результатов тестирования);

– качество организации процесса тестирования и полнота документированности его результатов;

– динамичность задействованных в процессе тестирования людских ресурсов (состав группы тестировщиков) и интенсивность тестирования (изменение доли времени, которое затрачивается непосредственно на тестирование в разных интервалах);

– однородность тестируемого ПО (имеет ли программное обеспечение модули, написанные на разных языках программирования, разными группами разработчиков и т.п.);

– выполняется ли исправление обнаруженных дефектов, исправляются ли все обнаруженные дефекты и можно ли пренебречь временем, затрачиваемым на поиск и исправление дефекта.

### **Методика нормализации статистических данных тестирования ПО**

С учетом перечисленных факторов методика обработки статистических данных об обнаружении и исправлении дефектов ПО включает в себя выполнение следующих операций:

**1) нормализация статистических данных по оси времени;**

1.1) если при тестировании ПО в разных интервалах тестирования имело место существенное изменение используемых людских ресурсов или происходило изменение доли времени, которое затрачивается непосредственно на тестирование, необходимо выполнить пропорциональное «сжатие» или «растяжение» этих интервалов тестирования по оси времени. При этом количество дефектов, выявленных в каждом интервале тестирования, остается неизменным;

1.2) если используется точечный метод регистрации результатов тестирования, то для представления статистических данных в формате времени между проявлением двух соседних дефектов необходимо «вырезать» нерабочее время;

**2) «сепарация» статистических данных по программным модулям.** Если тестируемое ПО включает в себя группы программ или программных модулей, для которых ожидается разная интенсивность проявления дефектов (например, если программные модули написаны на разных языках программирования, программистами разной квалификации и т.п.), то для каждого такого модуля целесообразно вести отдельную статистику по обнаружению дефектов. Это необходимо для индивидуальной оценки надежности или применения МНПО, допущения которых учитывают эту особенность;

**3) учет множественного проявления исправленных дефектов и их тривиальности;**

3.1) если причиной нескольких зафиксированных отказов является один и тот же дефект, который был исправлен с некоторой задержкой, то второй и по-

следующие отказы ПО, произошедшие вследствие проявления этого дефекта целесообразно не включать в статистические данные для расчета МНПО;

3.2) обнаруживаемые дефекты целесообразно классифицировать по степени их серьезности. Тривиальные дефекты, не оказывающие существенного влияния на способность ПО выполнять свои функции (например, грамматические ошибки в отображаемой информации), целесообразно не включать в статистические данные для расчета МНПО;

**4) преобразования форматов статистических данных.** Поскольку разные модели надежности ПО оперируют с определенным форматом представления статистических данных, то в ряде случаев может потребоваться их преобразование;

4.1) преобразование статистических данных из временного формата представления в интервальный. В этом случае ось времени разбивается на фиксированные интервалы, для каждого из которых определяется количество попавших в этот интервал проявлений дефектов;

4.2) преобразование статистических данных из временного формата представления в интервальный. Возможно несколько вариантов преобразования статистических данных. В первом случае время между любыми двумя соседними отказами, произошедшими в  $i$ -ом интервале, принимают равным, вычисляемым по формуле  $t_i = T_i / N_i$ , где  $T_i$  – продолжительность  $i$ -го интервала тестирования;  $N_i$  – количество дефектов, выявленных в  $i$ -ом интервале тестирования. Во втором случае генерируется случайное время между отказами по равномерному закону распределения и, как отмечено в [6], получаемый таким образом результат более точно отражает реальный процесс обнаружения дефектов.

### **Рекомендации по использованию статистических данных о тестировании для применения МНПО**

В результате анализа работ [2, 4, 6] были сформулированы общие рекомендации по использова-

нию статистических данных тестирования для применения МНПО:

- общее количество выявленных дефектов должно быть не меньше 50, в противном случае точность предсказания не гарантируется;
- среднее количество временных интервалов, на которое разбивается время тестирования при интервальном формате статистических данных рекомендуется выбирать на уровне 30;
- количество временных интервалов за которые не выявлено ни одного дефекта не должно превышать 10-20% от общего количества интервалов, в противном случае рекомендуется увеличить продолжительность каждого интервала;
- ПО, оцениваемое с помощью вероятностных моделей надежности, должно иметь не менее 2000 строк исполняемого кода.

### **Выводы**

Совместное применение предложенной методики вместе с методом, описанным в [5], позволяет повысить точность результатов оценки надежности программного обеспечения.

На основе методики было разработано инструментальное средство (ИС), выполняющее функции:

- ввод статистических данных тестирования (экспорт из MS Excel и «ручной» ввод);
- построение трендов дефектов (интервального, временного, кумулятивного), общих и отдельно по программным модулям, типам дефектов, степени критичности, и т.п. с группировкой и без неё;
- нормализацию с учетом времени простоя и неравномерности тестовых усилий;
- нормализацию с учетом тривиальности дефектов (удаление тривиальных дефектов);
- сохранение результатов в формате, пригодном для использования в других ИС.

Пример нормализации статистических данных с учетом неравномерности тестовых усилий показан на рис. 1.

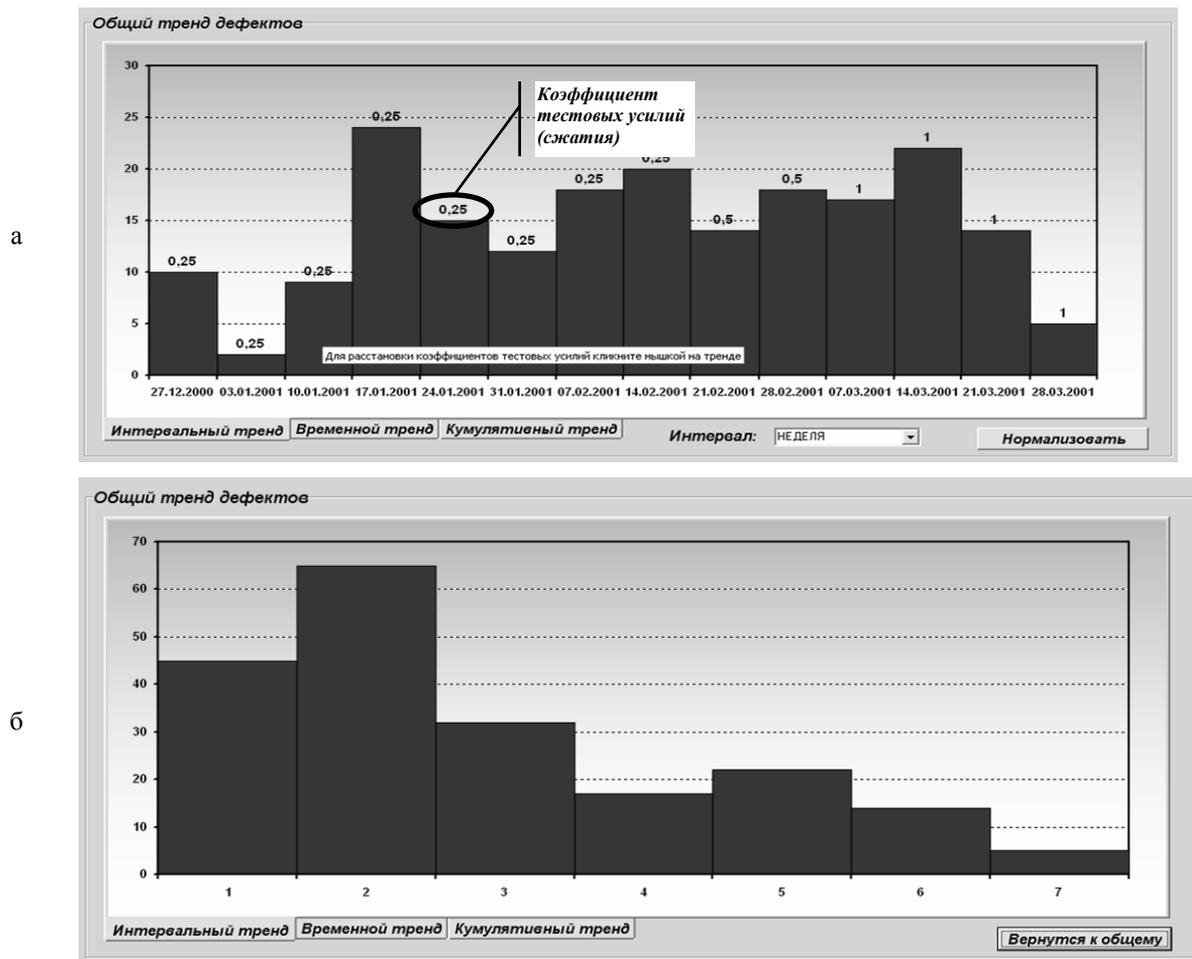


Рис. 1. Интервальный тренд дефектов ПО: а – ненормированный; б – нормированный

Для выполнения нормализации были определены коэффициенты тестовых усилий для всех интервалов тестирования и выполнено пропорциональное «сжатие» или «растяжение» этих интервалов по оси времени.

### Литература

1. Харченко В.С., Скляр В.В., Тарасюк О.М. Анализ рисков аварий для ракетно-космической техники: эволюция причин и тенденций // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – 2003. – Вип. 3. – С. 135-149.

2. Lyu M.R. (edit). Handbook of Software Reliability Engineering. – McGraw-Hill Company, 1996. – 805 p.

3. Полонников Р.И., Никандров А.В. Методы оценки показателей надежности программного обеспечения. – СПб.: Политехника, 1992. – 78 с.

4. Musa J.D., Okumoto K. Software Reliability Models: Concepts, Classification, Comparisons and Practice // Electronic Systems Effectiveness and Life Cycle Costing / Skvirzynski J.K. (ed.). – Heidelberg: Springer-Verlag, 1989. – P. 395-424.

5. Тарасюк О.М., Харченко В.С., Горбенко А.В., Скляр В.В. Метод и инструментальные средства комплексной метрико-вероятностной оценки надежности программного обеспечения // Электронное моделирование. – 2005. – № 5. – С. 17-28

6. Nikora A.P. Computer Aided Software Reliability Estimation. User's Guide. – Pasadena: Jet Propulsion Laboratory, 1999. – 218 p.

Поступила в редакцию 28.02.2007

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.С. Харченко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.