

УДК 519.248

Ю.А. ДОЛГОВ, Т.Г. ДАНИЛИНА

*Придністровський державний університет ім. Т.Г. Шевченка, г. Тирасполь, Молдова*

## КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Предлагаются формулы для расчета метрик надежности ПО, определенных стандартом ISO/IEC 9126, с использованием обобщенной функции Харрингтона-Менчера. Данная статья является развитием и продолжением статьи «Количественная оценка некоторых характеристик надежности программного обеспечения», опубликованной в журнале «Радиоэлектронные и компьютерные системы» №7 за 2006 год.

**метрики надежности ПО, формулы для расчета метрик надежности ПО, комплексная количественная оценка надежности ПО**

### Введение

Программные продукты, как и любые другие продукты, произведенные человеком или природой, обладают определенным качеством. Качество программного обеспечения (ПО) является комплексным свойством и может быть оценено совокупностью нескольких характеристик.

Для оценки качества программного обеспечения различными организациями разработаны международные и внутригосударственные нормативные документы. Это международный стандарт ISO/IEC 9126, стандарт IEEE 982 и другие. Стандарты определяют характеристики программ, которые используются для оценки показателей качества программных продуктов.

Международный стандарт ISO/IEC 9126 определяет 6 основных характеристик качества программного обеспечения: функциональность, надежность, практичность, эффективность, сопровождаемость, переносимость. В данной статье речь пойдет о надежности ПО.

Надежность – это свойство программного продукта сохранять работоспособность (т.е. выполнять заданные функции с параметрами, установленными технической документацией) в заданных условиях.

Обеспечение надежности и безопасности функционирования программных продуктов является одной из важнейших задач при их создании. От надежности программных продуктов зависят надежность и безопасность функционирования информационно-управляющих, технических, финансовых и других систем, а в некоторых случаях – жизнь и здоровье людей.

Модель качества программного обеспечения в соответствии со стандартом ISO/IEC 9126 имеет 3 уровня [1]:

- 1) качества;
- 2) характеристики подхарактеристики;
- 3) метрики.

Для характеристики «надежность» определено 4 подхарактеристики: завершенность, отказоустойчивость, восстанавливаемость и согласованность надежности.

Метрики для подхарактеристик:

1 – Метрики завершенности:

- 1.1 – *обнаружение неисправностей* – показывает, сколько ошибок было обнаружено при экспертизе продукта;
- 1.2 – *устранение неисправностей* – показывает количество исправленных ошибок;
- 1.3 – *тестовая адекватность* – показывает,

насколько требуемые тестовые воздействия покрыты тестовым планом.

2 – Метрики отказоустойчивости:

2.1 – *избежание неисправностей* – показывает количество схем неисправностей, которые были сведены под управление для избежания чрезвычайных и критических неисправностей;

2.2 – *неверная операция избежания* – количество функций, реализованных для избежания неверных схем операций.

3 – Метрики восстанавливаемости:

3.1 – *восстанавливаемость* – показывает, насколько продукт способен к восстановлению после непредусмотренного события или запроса;

3.2 – *эффективность восстановления* – насколько эффективна способность к восстановлению.

4 – Метрики соответствия надежности:

4.1 – *соответствие надежности* – показывает, насколько продукт соответствует надежности к применимым положениям стандартов.

## Результаты исследований

Авторами разработаны формулы для расчета метрик надежности программного обеспечения, определенных стандартом ISO/IEC 9126. В основе разработки лежит методика комплексной количественной оценки качества программных продуктов, предложенная в работе «Количественная оценка некоторых характеристик надежности программного обеспечения» [2]. При определении формул использовалась обобщенная функция Харрингтона-Менчера [3].

Показатель качества каждой ( $i$ -й) метрики рассчитывается по формуле:

$$d_i = \exp \left\{ - \exp \left\{ - \left[ 9 \left( \frac{A_i - b}{c - b} \right)^{1,927} - 2 \right] \right\} \right\}, \quad (1)$$

где  $d_i$  – показатель качества  $i$ -й метрики;

$A_i$  – реальное значение  $i$ -й метрики;

$b$  – минимально возможное значение  $i$ -й метрики;

$c$  – максимально возможное значение  $i$ -й метрики.

Формулы для расчета частных показателей качества метрик  $d_i$  выведены в предположении, что количественные выборки имеют нормальный закон распределения (рис. 1).

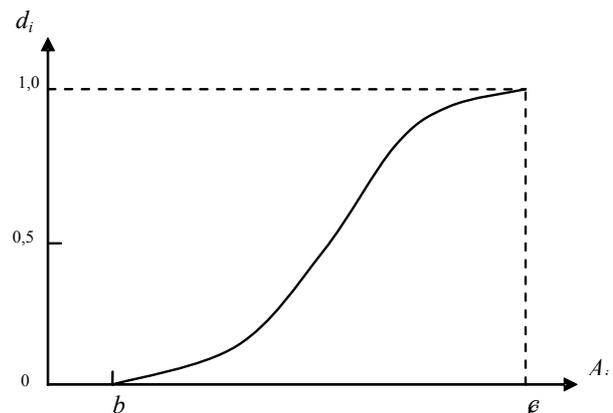


Рис. 1. Количественная оценка частных показателей надежности ПО

После расчета частных показателей качества метрик рассчитывается обобщенная функция качества для каждой подхарактеристики.

Обобщенная функция качества метрик завершенности вычисляется по формуле:

$$D_1 = \sqrt[\sum_{i=1}^3 \alpha_i]{\prod_{i=1}^3 d_i^{\alpha_i}} = 2,8 \sqrt[\prod_{i=1}^3 d_i^{\alpha_i}], \quad (2)$$

где  $\alpha_i$  – веса соответствующих частных показателей качества  $d_1$ ,  $d_2$  и  $d_3$ , определенные экспертным методом весовых коэффициентов важности (ВКВ) [4]:

$\alpha_1 = 1$ ;  $\alpha_2 = 1$ ;  $\alpha_3 = 0,8$ . (Метод разработан в лаборатории «Математическое моделирование» ПГУ).

Обобщенная функция качества метрик отказоустойчивости вычисляется по формуле:

$$D_2 = \sqrt[\sum_{i=4}^5 \alpha_i]{\prod_{i=4}^5 d_i^{\alpha_i}} = 1,6 \sqrt[\prod_{i=4}^5 d_i^{\alpha_i}], \quad (3)$$

где  $\alpha_i$  – веса соответствующих частных показателей качества  $d_4$  и  $d_5$ , рассчитанные экспертным методом ВКВ [3]:  $\alpha_4 = 0,9$ ;  $\alpha_5 = 0,7$ .

Обобщенная функция качества метрик восстанавливаемости вычисляется по формуле:

$$D_3 = \sum_{i=6}^7 \alpha_i \sqrt[7]{\prod_{i=6}^7 d_i^{\alpha_i}} = 1,7 \sqrt[7]{\prod_{i=6}^7 d_i^{\alpha_i}}, \quad (4)$$

где  $\alpha_i$  – веса соответствующих частных показателей качества  $d_6$  и  $d_7$ , рассчитанные экспертным методом [3]:  $\alpha_6 = 0,9$ ;  $\alpha_7 = 0,8$ .

После определения всех обобщенных показателей вычисляется генеральная оценка качества метрик надежности:

$$D = \sum_{j=1}^3 \beta_j + \alpha_8 \sqrt[3]{\prod_{j=1}^3 D_j^{\beta_j} d_8^{\alpha_8}} = 3,5 \sqrt[3]{\prod_{j=1}^3 D_j^{\beta_j} d_8^{\alpha_8}}, \quad (5)$$

где  $\beta_j$  – веса соответствующих обобщенных функций качества метрик  $D_1$ ,  $D_2$  и  $D_3$ ,  $\alpha_8$  – вес частной функции  $d_8$ , рассчитанные экспертным методом:

$\beta_1 = 1$ ;  $\beta_2 = 0,9$ ;  $\beta_3 = 0,8$ ;  $\alpha_8 = 0,8$ .

Для определения весов экспертным методом проводилось анкетирование специалистов – программистов.

Ранжирование объектов сравнения с помощью экспертных методов обязательно включает процедуру проверки правильности полученных результатов. Для этого в методе весовых коэффициентов важности используются следующие 4 шага:

1. Рассчитывается коэффициент внутренней непротиворечивости ответов каждого эксперта. Если этот коэффициент меньше значения 0,5, то мнение данного эксперта отбрасывается.

2. Для оценки однородности мнений по каждому конкретному объекту применяется критерий Кохрена.

3. Рассчитывается коэффициент конкордации, который показывает степень однородности мнений экспертов.

4. Если разные группы экспертов дают противоречивые ответы на одни и те же вопросы, то применяется закон Ципфа.

## Заключение

Рассчитанная по предложенной формуле (5) величина  $D$  является комплексной количественной оценкой надежности программного обеспечения в соответствии с международным стандартом ISO/IEC 9126.

По мере накопления статистических данных и уточнения вида закона распределения формулы могут быть скорректированы.

## Литература

1. ISO/IEC 9126. Software engineering – Software product quality.
2. Долгов Ю.А., Данилина Т.Г. Количественная оценка некоторых характеристик надежности программного обеспечения // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2006. – № 7 (19). – С. 152-155.
3. Менчер Э.М. Обобщенная функция полезности // В кн. “Радионуклеиды и тонизирующие излучения в исследованиях по виноградарству”. – Кишинев: Штиинца, 1983. – С. 104-118.
4. Долгов Ю.А. Статистическое моделирование. – Тирасполь: РИО ПГУ, 2002. – 280 с.

*Поступила в редакцию 7.02.2007*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Г.Н. Жолткевич, Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Харьков.