

F. Russo, U. Crisalli // Transportation Science. – 2001. – Vol. 35, Issue 3. – P. 268–285. doi: 10.1287/trsc.35.3.268.10149

11. Транспортная система Украины [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://reisvoer.com/news/118-transport-system>

12. Галушко, В. Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте [Текст] / В. Г. Галушко. – Киев: Вища школа, 1976. – 232 с.

References

1. Osoblivosti organizatsii primiskih zaliznichnih pasazhirskih transported. Available at: <http://studopedia.info/1-31889.html>.

2. Fundamentals of suburban passenger traffic. Available at: <http://scbist.com/wiki/9011-osnovy-organizacii-prigorodnogo-passazhirskogodvizheniya.html>

3. Kristopchuk, M. J. (2009). Efektivnist pasazhirskoi transportnoi Sistemi primiskogo spoluchennya. Kharkiv, 214.

4. Permovsky, A. A. (2011). Passazhyrskye oftransportation. Nizhny Novgorod, 164.

5. Yanovsky, P. O. (2008). Pasazhirski transported. Kiev, 469.

6. Vorobyova, I. B. (2006). Logistics approach to transport passengers in the city. Transport of the Russian Federation, 7, 38–40.

7. Hickman, M. D., Bernstein, D. H. (1997). Transit service and path choice models in stochastic and time-dependent networks. Transportation Science, 31 (2), 129–146. doi: 10.1287/trsc.31.2.129

8. Schmoeker, J. D., Bell, M. G. H., Kurauchi, F. (2008). A quasi-dynamic capacity constrained frequency-based transit assignment model. Transportation Research Part B: Methodological 42 (10), 925–945. doi: 10.1016/j.trb.2008.02.001

9. Nuzzolo, A. (2001). Schedule-based path choice models for public transport networks. Proceedings of Advanced Course on Transit Networks, Rome, 15.

10. Nuzzolo, A., Russo, F., Crisalli, U. (2001). A doubly dynamic schedule-based assignment model for transit networks. Transportation Science, 35 (3), 268–285. doi: 10.1287/trsc.35.3.268.10149

11. The transport system of Ukraine. Available at: <http://reisvoer.com/news/118-transport-system>

12. Halushko, V. G. (1976). Probabilistic and statistical methods by car. Kiev, 232.

Дата надходження рукопису 27.03.2015

Григорова Тетяна Михайлівна, кандидат технічних наук, докторант, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: tagrigorova@yandex.ru

Давідіч Юрій Олександрович, доктор технічних наук, професор, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61005

E-mail: kafedra_tsl@ukr.net

Доля Віктор Костянтинович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедру, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61005

УДК 65.011.56

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.40224

МЕТОДОЛОГИЯ И МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

© Е. П. Павленко, Я. С. Елецкий

Рассмотрена проблема оценки качества сложных программных систем. Исследованы основные модели оценки качества и надежности программных средств, а также проведен анализ достоинств и недостатков существующих моделей. С целью разработки единого методологического подхода к оценке качества ПО и эффективности его применения предлагается применить основные положения квалиметрии. Предложены ряд количественных и качественных моделей оценки качества ПО

Ключевые слова: программное обеспечение, надежность, качество, квалиметрия, показатель качества

The problem of quality estimation of the difficult program systems is considered. The basic models of estimation of quality and reliability of software are investigated, and also the analysis of advantages and disadvantages of existent models is conducted. With the purpose of development of the single methodological approach to the evaluation of software quality and efficiency of its application it is offered to apply the substantive provisions of qualimetry. Some quantitative and qualitative models of estimation of quality software are offered

Keywords: software, reliability, quality, qualimetry, quality index

1. Введение

Стоимость программного обеспечения (ПО) при разработке информационных систем (ИС) достигает 80 процентов, в связи с чем создание ненадежно-

го, некачественного ПО приводит к необоснованному расходованию средств и к тому, что крупные проекты не окупаются вследствие необходимости исправления ошибок в ПО.

Вопрос обеспечения качества ПО считается более важным, чем вопрос ее оценки. Источником ненадежности программ служат содержащиеся в них ошибки. Меры по обеспечению качества программ направлены на то, чтобы свести к минимуму ошибки при разработке и выявить и устранить их после тестирования программы.

Современные программные системы, разработанные для ИС, слишком велики и почти неизбежно содержат ошибки. Поэтому возникла необходимость в исследовании методов оценки качества ПО ИС и разработке критериев и системы показателей качества, которая будет наиболее эффективной по отношению к конкретному виду программных средств.

2. Анализ литературных данных и постановка задачи

Технология программирования находится в процессе постоянного совершенствования, поэтому система показателей качества, принятая на данном этапе, может оказаться непригодной через несколько лет.

Сложности при формировании номенклатуры показателей качества происходят из-за того, что показатели качества ПО могут неадекватно выражать те или иные свойства ПО, определяемые желанием, потребностями или предпочтениями будущего пользователя. Важнейшей задачей обеспечения эффективности разработки программного обеспечения является применение современных информационных технологий для автоматизации оценки качества ПО.

Необходимо теоретически обосновать и экспериментально проверить процедуру оценки качества ПО ИС, которая позволяет осуществлять разносторонний анализ качества ПО по совокупности критериев, которые интересуют пользователя, выполнять сравнительную оценку нескольких ПО ИС, получать обобщенную оценку качества ПО, сбалансированную по показателям качества.

Реализация поставленной цели подразумевает решение следующих задач: проведение анализа существующих методов оценки качества ПО ИС; определение целевых задач и формирование требований к моделям и алгоритмам оценки качества ПО; разработка моделей оценки качества ПО, которые основаны на принципах теории качества.

Программа считается правильной, если она не содержит ошибок. Такая программа не дает неверных результатов, т.е. она абсолютно надежна. Этот факт породил представление о том, что число ошибок в программе можно считать наиболее естественной мерой надежности [1]. Было выполнено довольно много работ, в которых предлагались различные методы оценки числа оставшихся в программе ошибок по результатам ее тестирования, в том числе метод "засорения" известными ошибками.

Предложен ряд эмпирических моделей, используемых для предварительной оценки показателей надежности ПО в различных организациях-разработчиках сложных комплексов ПО. Эти модели отражают традиции и многолетний опыт разработки ПО. Модель Холстеда исходит из выражения алгоритма на конкретном языке программирования. Ал-

горитм исследуется по его реализации, т.е. текстуальному представлению в виде программы [2]. Для модели Джелинского-Моранды регистрируют время наступления очередного отказа программы после восстановления ее работоспособности [3].

Модель Нельсона [4] базируется на подсчете числа прогонов ПО с ошибками и без них. В качестве показателя принята вероятность $R(n)$ безотказного выполнения n прогонов программы. Модель Миллса [5] (метод "меченых" ошибок) заключается в том, что в исследуемое ПО вносят и случайным образом размещают определенное число N_b искусственно создаваемых ошибок, идентичных тем N ошибкам, которые уже могут быть в программе, после чего по обычной методологии проводят тестирование. Считается, что обе группы ошибок в ПО характеризуются одинаковыми законами распределения и равной вероятностью обнаружения.

Таким образом, для обеспечения качества программ предложено множество подходов, включая организационные методы разработки, различные технологии и технологические программные средства, что требует привлечения значительных ресурсов. Однако отсутствие общепризнанных критериев качества не позволяет ответить на вопрос, насколько надежнее становится ПО при соблюдении предлагаемых процедур и технологий и в какой степени оправданы затраты.

3. Методологический подход к оцениванию качества ПО

С целью разработки единого методологического подхода к оцениванию качества ПО и эффективности его применения предлагается применить основные положения квалиметрии (теории качества) к рассматриваемой проблеме.

Концепция методологического подхода выражается в следующих положениях.

1. Понятие качества есть наиболее общее понятие, позволяющее провести оценку уровня качества ПО.

2. Категорию качества следует применить к разным объектам. Для всестороннего анализа качества ПО ИС следует рассматривать качество не только программных средств, но и качество процесса функционирования ПО и качество результата функционирования ПО.

3. Следует разделять две стадии анализа качества ПО – измерение качества и оценивание качества. Первая стадия заключается в определении уровня тех показателей, которые используются в виде меры качества, а вторая представляет собой сравнение уровня качества с некоторой величиной, уже известной на момент анализа.

Надежность программного обеспечения оценивают на основе характеристик многократных отказов и процессов восстановления программного обеспечения при его функционировании. Процесс восстановления определяют его процентной вероятностью за некоторое время, плотностью распределения времени восстановления и средним временем восстановления [6].

Анализ кода является одной из наиболее эффективных методик разработки ПО. Он прямо влияет на снижение количества дефектов (позволяя находить ошибки заблаговременно) и повышение качества кода и дизайна ПО. Это уменьшает необходимость значительного рефакторинга и очистки кода в следующих версиях [7].

Определение показателей качества ПО необходимо вести, разбивая ПО на функциональные блоки, каждый из которых выполняет свой перечень функций. Сперва вычисляются показатели качества для каждого блока, а затем характеристики качества всего программного комплекса находятся с помощью функций от характеристик отдельных блоков. Предстоит определить перечень показателей качества, непосредственно характеризующих те или иные стороны ПО, и тех показателей, которые оценивают его качество в более общем виде.

Оценку качества ПО ИС можно получить, только опираясь на дерево показателей. Справедливость этого следует из того, что ПО ИС являются сложными многоуровневыми системами, у которых все элементы (функциональные блоки, подпрограммы) вносят свой вклад в качество всей системы, но зависимость между уровнями качества блока и системы носит нелинейный характер:

$$K=f(K_1, K_2, \dots, K_n), \quad (1)$$

где K_1, K_2, \dots, K_n – показатели, характеризующие качество функциональных блоков B_1, B_2, \dots, B_n , n – количество функциональных блоков.

Качество функционального блока оценивается по некоторой совокупности показателей, характеризующих качество с точки зрения того или иного критерия:

$$K_i=f(P_1^{(i)}, P_2^{(i)}, \dots, P_n^{(i)}), \quad (2)$$

где $P_j^{(i)}$ – показатель, характеризующий качество i -го блока по j -му критерию, $j=1,2,\dots,m$; m – число критериев.

Необходимо проследить также зависимость между величинами $P_j^{(i)}$ и показателями, характеризующими качество ПО ИС в целом по тому или иному критерию:

$$P_j=f(P_j^{(1)}, P_j^{(2)}, \dots, P_j^{(n)}), \quad (3)$$

где P_j – показатель качества ПО по j -му критерию.

Оценка качества ПО складывается из ряда частных критериев, однако функциональная зависимость между качеством ПО по отдельным критериям и качеством, отражающим все стороны ПО, также носит нелинейный характер:

$$K=f(P_1, P_2, \dots, P_m). \quad (4)$$

Следовательно, для описания качества ПО ИС необходимо определить вид зависимостей (1)–(4). Функции (1) и (4) являются функциями цели, они отражают соотношение эффекта функционирования ПО ИС и затрат на его достижение. Поскольку цель ИС имеет сложный характер и в силу этого не может быть представлена одним критерием или показателем по критерию, имеют место отношения (2) и (3).

Структура критериев качества ПО ИС выстраивается путем анализа части эффекта функционирования ПО ИС, образующегося от достижения некоторого уровня качества тем или иным свойством (критерием), формирующим качество ПО. Критерии, расположенные на верхнем уровне, определяются в самых общих, абстрактных, понятиях. Степень конкретности определений увеличивается по мере приближения к нижнему уровню «дерева». На нижнем уровне находятся показатели качества, которые вычисляются путем использования простых математических моделей.

Показателем свойства или критерием качества является переменная, значение которой указывает на достигнутый уровень качества ПО ИС по этому свойству или критерию качества [8]. Каждый критерий качества характеризуется обобщенным показателем качества по критерию, значение которого дает представление об уровне качества одного из основополагающих свойств ПО ИС, входящих в структуру интересов пользователя.

4. Количественные и качественные модели измерения качества ПО

Рассмотрим два типа моделей: количественную и качественную.

Количественная – это та модель, с помощью которой можно установить меру различия между эталонным значением показателя качества и достигнутым значением. Установление этой меры проводится в два этапа.

На первом этапе вычисляется мера различия между эталонным значением показателя качества и достигнутым значением в форме (5) или (6).

$$P_1=|P-P'|, \quad (5)$$

$$P_1=P/P'. \quad (6)$$

Второй этап заключается в проверке условия, которое налагается на величину меры различия P_1 . Если на первом этапе применялась формула (5), то условие примет вид

$$Q: |P_1|=\varepsilon,$$

где ε – некоторая положительная малая величина.

Если на первом этапе применялась формула (6), то условие будет иметь вид

$$Q: P_1=1\pm\varepsilon.$$

Величина ε является степенью соответствия показателя качества результата функционирования ПО ИС эталонному значению показателя.

Качественная модель оценивания, в отличие от количественной, не дает возможности оценить меру различия между требуемым и достигнутым уровнем качества. Эта модель представлена в виде условия

$$P \in \{P'\},$$

где $\{P'\}$ – множество эталонных показателей качества.

5. Выводы

Были осуществлены исследование методологии оценивания качества ПО ИС, определены преимуще-

ства и недостатки данного подхода к организации процесса определения качества программной системы.

Предложен методологический подход к оцениванию качества ПО и эффективности его применения. Установлено, что качество ПО ИС зависит от качества функциональных блоков ПО, а также от значений показателей качества ПО по выделенным критериям.

Предложен ряд количественных и качественных моделей оценки качества ПО ИС. Одной из областей применения методологии и моделей оценивания может стать автоматический контроль за качеством ПО на этапе разработки.

Литература

1. Майерс, Г. Надежность программного обеспечения [Текст] / Г. Майерс. – М.: Мир, 1980. – 315 с.
2. Холстед, М. Х. Начала науки о программах [Электронный ресурс] / – Режим доступа: library.univ.kiev.ua>ukr/elcat/new/detail.php3/ – 05.01.2015 г. – Загл. с экрана.
3. Модель Джелинского-Моранди [Электронный ресурс] / Режим доступа: studopedia.net>10...model-dzhelinskogo-morandi.html/ – 05.01.2015 г. – Загл. с экрана.
4. Модели надежности программного и информационного обеспечения [Электронный ресурс] / Режим доступа: refdb.ru>look/2279745-pall.html/ – 05.01.2015 г. – Загл. с экрана.
5. Модель Миллса [Электронный ресурс] / Режим доступа: infosys.hop.ru>18.html/ – 05.01.2015 г. – Загл. с экрана.

6. Характеристики качества программного обеспечения [Электронный ресурс] / – Режим доступа: ibtrans.ru>Estimating methods/ – 11.01.2015 г. – Загл. с экрана.

7. Проблемы качества программного обеспечения и практические рекомендации [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.interface.ru/home.asp?artId=35896/ – 11.01.2015 г. – Загл. с экрана.

8. Формализованная теория измерений [Электронный ресурс] / Режим доступа: lib.uni-dubna.ru>search/files/soc_t/ – 11.01.2015 г. – Загл. с экрана.

References

1. Mayers, G. (1980). Reliability of software. Moscow: Mir, 315.
2. Holsted, M. H. (2015). Science beginnings about the programs. Available at: library.univ.kiev.ua>ukr/elcat/new/detail.php3/
3. Model of Dzelinsky-Morandi (2015). Available at: studopedia.net>10...model-dzhelinskogo-morandi.html/
4. Models of reliability of the programmatic and informative providing (2015). Available at: refdb.ru>look/2279745-pall.html/
5. Model of Mills (2015). Available at: infosys.hop.ru>18.html
6. Descriptions of quality of software (2015). Available at: ibtrans.ru>Estimating methods/
7. Problems of quality of software and practical recommendations (2015). Available at: http://www.interface.ru/home.asp?artId=35896/ .
8. Formalization theory of measurings (2015). Available at: lib.uni-dubna.ru>search/files/soc_t/

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Хажмурадов М. А.
Дата надходження рукопису 10.03.2015*

Павленко Евгений Петрович, кандидат технических наук, доцент, кафедра информационно-управляющих систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166

E-mail: evg-pavl@mail.ru

Елецкий Ярослав Сергеевич, кафедра информационно-управляющих систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166

E-mail: yeletsky77@mail.ru

УДК 656.212.2

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.40446

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПОШТИ І ВАНТАЖОБАГАЖУ НА ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ ЛОГІСТИКИ

© А. М. Котенко, О. О. Пархоменко

Запропонована нова технологія залізничних перевезень пошти і вантажобагажу. Технологія заснована на принципах логістики і передбачає перевезення пошти і вантажобагажу між обмінними при залізничними пунктами і поштамтами мобільним залізничним поштовим вагоном. При застосуванні логістичної технології відсутні маневрові операції з причеплення – відчеплення поштових вагонів, значно скорочується час доставки, зменшуються витрати на перевезення

Ключові слова: пошта, вантажобагаж, принципи логістики, мобільний залізничний вагон, логістичні технології

The new technology of railway transportation of mail and cargo is proposed. The technology is based on the principles of logistics and provides for the transportation of mail and cargo exchange between rail points and general post offices by mobile railway mail car. In the application of logistic technology there are no shunting operations with coupling – uncoupling of mail cars, significantly reduced delivery times, reduced transportation costs

Keywords: mail, cargo, logistics principles, mobile railway car logistic technologies