

P11-2003-78

А. А. Карев, В. М. Добрянский

**ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
СИСТЕМЫ**

1. Введение

Увеличение сложности и размеров современных комплексов программ информационно-вычислительных систем при одновременном росте ответственности выполняемых функций резко повысило требования со стороны заказчиков и пользователей к их качеству и безопасности применения. Основой для обеспечения качества программных средств, для оценки количественных показателей (метрик) качества функционирования программ являются стандарты, регламентирующие процессы и этапы жизненного цикла программных продуктов [1]. Однако требуется корректировка, адаптация или исключение некоторых положений стандартов применительно к принципиальным особенностям технологий и характеристик конкретного вида продукции. В настоящей работе приведена методика оценки показателей качества ПО, которая была разработана и успешно использовалась в ряде программных проектов [2]. Методика распространяется на следующие подклассы (группы) программных средств (ПС) (согласно общему классификатору ПС):

- 5011 – операционные системы и средства их расширения;
- 5014 – ПС интерфейса и управления коммуникациями;
- 5015 – ПС организации вычислительного процесса;
- 505 – прикладные программы для управления техническими устройствами.

Введение строгих количественных метрик в программирование способствует решению ряда практических задач, давая возможность:

- предсказывать вероятное число ошибок в системе с самого начала проектирования;
- на основе анализа фазы проектирования системы предсказывать уровень сложности последующего сопровождения;
- на основе анализа исходного кода программ прогнозировать уровень сложности процессов тестирования и процент остающихся ошибок;
- по оценкам сложности фазы проектирования системы определять конечный размер кода;
- контролировать стадии развития проекта;
- анализировать явные и скрытые дефекты;
- на основе экспериментального сравнения выявлять лучшие методы и технологии.

2. Формализация характеристик качества и методология их оценки

Для определения адекватности качества функционирования, наличия технических возможностей программных средств к взаимодействию, совершенствованию и развитию необходимо использовать стандарты в области оценки характеристик их качества. В России таким стандартом является ГОСТ 28195-89 «Оценка качества программных средств». ГОСТ включает в себя номенклатуру показателей качества ПС, фазы жизненного цикла ПС, оценочные элементы таких факторов качества ПС, как надежность, сопровождаемость,

удобство применения, эффективность, корректность. Из международных стандартов, регламентирующих показатели программных средств, используется стандарт ISO 9126:1991 (ГОСТ Р ИСО / МЭК 9126-93) "Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению". Завершается разработка и формализован последний проект состоящего из четырех частей стандарта ISO 9126-1--4 для замены небольшой редакции 1991 года. Проект состоит из следующих частей под общим заголовком "Информационная технология - характеристики и метрики качества программного обеспечения": "Часть 1. Характеристики и субхарактеристики качества"; "Часть 2. Внешние метрики качества"; "Часть 3. Внутренние метрики качества"; "Часть 4. Метрики качества в использовании".

Настоящая методика разработана на основании стандарта ГОСТ 28195-89 «Оценка качества программных средств».

3. Методика оценки качества ПС

3.1. Выбор показателей качества

Оценка качества ПС представляет собой совокупность операций, включающих выбор номенклатуры показателей качества оцениваемого ПС, определение значений этих показателей и сравнение их с базовыми значениями показателей качества существующего аналога или расчетного ПС, принимаемого за эталонный образец.

Исходными данными и высшим приоритетом при выборе показателей качества в большинстве случаев являются назначение, функции и функциональная пригодность соответствующего программного средства. Достаточно полное и корректное описание этих свойств должно служить базой для определения значений большинства остальных характеристик и атрибутов качества. Принципиальные и технические возможности и точность измерения значений атрибутов характеристик качества всегда ограничены в соответствии с их содержанием. Это определяет рациональные диапазоны значений каждого атрибута, которые могут быть выбраны на основе здравого смысла, а также путем анализа прецедентов в спецификациях требований реальных проектов. Выбранные значения характеристик качества и их атрибутов должны быть предварительно проверены разработчиками на их реализуемость с учетом доступных ресурсов конкретного проекта и при необходимости откорректированы.

Значения базовых показателей расчетного ПС должны соответствовать значениям показателей, отражающих современный уровень качества и прогнозируемый мировой уровень. В соответствии с ГОСТ 28195-89 показатели качества ПС объединены в систему из четырех уровней. Каждый вышестоящий уровень содержит в качестве составляющих показатели нижестоящих уровней:

- I уровень – факторы качества – интегральная оценка;
- II уровень – критерии качества – комплексная оценка;
- III уровень – метрики – комплексная оценка;

IV уровень – оценочные элементы – единичные показатели.

Выбор оценочных элементов в метрике зависит от функционального назначения оценочного элемента и определяется экспертным методом на основе анализа разрабатываемых ПС и на базе данных о качестве аналогичных ПС. Численные значения оценочных элементов определены группой экспертов, компетентных в решении данной задачи, на базе их опыта и интуиции с учетом данных, полученных при проведении различных видов испытаний, а также эксплуатации ПС.

Пример номенклатуры выбранных показателей качества для одного из программных проектов приведен в приложении, где представлены 4 уровня иерархической структуры показателей качества ПС информационно-вычислительной системы (терминология в соответствии с ГОСТ 28195-89).

3.2. Оценка качества

Оценка качества ПС проводится в определенной последовательности:

3.2.1. Для показателей качества на всех уровнях (факторы, критерии, метрики, оценочные элементы) принимается единая шкала оценки от 0 до 1 (таблица Приложения). Показатели качества на каждом уровне (кроме уровня оценочных элементов) определяются показателями качества нижестоящего уровня.

3.2.2. В процессе оценки качества ПС на каждом уровне (кроме уровня оценочных элементов) проводятся вычисления показателей качества ПС, т.е. определение количественных значений абсолютных показателей (P_{ij} , где j – порядковый номер показателя данного уровня для i -го показателя вышестоящего уровня) и относительных показателей (K_{ij}), являющихся функцией показателя P_{ij} и базового значения $P_{ij}^{баз}$.

3.2.3. Каждый показатель качества 2-го и 3-го уровней (критерий и метрика) характеризуется двумя числовыми параметрами – количественным значением и весовыми коэффициентами (V_{ij}).

3.2.4. Сумма весовых коэффициентов (V_{ij}) есть величина постоянная и принимается равной 1.

$$\sum_{i=1}^n V_{ij} = Const = 1,$$

где $j = 1 \div n$,

n – число показателей уровня (l), относящихся к i -му показателю вышестоящего уровня ($l-1$).

3.2.5. Методом экспертного опроса (опросные листы) формируются единичные значения оценок оценочного элемента.

3.2.6. Определение усредненной оценки (m_{kq}) оценочного элемента по нескольким его значениям (m_s) проводится по формуле

$$m_{kq} = \frac{\sum_{s=1}^t m_s}{t},$$

где t – число значений оценочного элемента;
 k – порядковый номер метрики;
 q – порядковый номер оценочного элемента.

3.2.7. Итоговая оценка k -й метрики j -го критерия ведется по формуле

$$P_{jk}^M = \frac{\sum_{q=1}^Q m_{kq}}{Q},$$

где Q – число оценочных элементов в k -й метрике.

3.2.8. Абсолютные показатели критериев i -го фактора качества определяются по формуле

$$P_{ij} = \sum_{k=1}^n (P_{jk}^M \cdot V_{jk}^M),$$

где n – число метрик, относящихся к j -му критерию.

3.2.9. Относительный показатель j -го критерия i -го фактора качества вычисляется по формуле

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ij}^{баз}}.$$

3.2.10. Фактор качества (R_i^ϕ) вычисляется по формуле

$$K_i^\phi = \sum_{j=1}^N (K_{ij} \cdot V_{ij}^k),$$

где N – число критериев качества, относящихся к i -му фактору.

Для оценки качества ПС различного назначения методом экспертного опроса составляется таблица значений базовых показателей качества ПС (см. Приложение). Качество ПС определяется путем соответствия полученных расчетных значений показателей качества 1-го, 2-го и 3-го уровня (факторы, критерии, метрики) с соответствующими базовыми значениями показателей качества.

Общая оценка качества ПС формируется экспертами по набору полученных значений оценок факторов качества.

Получение численной оценки качества ПС не позволяет достоверно оценить их качество в связи с объективными трудностями при формировании базовых показателей (отсутствие данных существующих аналогов), поэтому таблица значений базовых показателей качества ПС может быть сформирована

после проведения предварительной оценки качества разработанных ПС и анализа полученных данных. Кроме того, неточность оценки качества ПС может быть вызвана субъективными погрешностями экспертной оценки оценочных элементов, поэтому основной целью оценки качества разрабатываемых ПС является осуществление достаточно развитого оперативного контроля, позволяющего постоянно повышать качество разрабатываемого программного обеспечения.

4. Заключение

Выбор характеристик и оценка качества программных средств – лишь одна из задач в области обеспечения качества продукции, выпускаемой разработчиками ПО. Комплексное решение задач обеспечения качества программных средств предполагает разработку и внедрение той или иной системы управления качеством.

Приложение

Номенклатура показателей качества программных средств

Наименование фактора	Наименование критерия	Наименование метрики	Наименование оценочного элемента	Код оценочного элемента	Метод оценки	Оценка
1	2	3	4	5	6	7
Надежность	Устойчивость функционирования	Средства восстановления при ошибках на входе	Наличие требований к программе по устойчивости функционирования при наличии ошибок во входных данных	H0101	Экспертный	0 – 1
			Возможность обработки ошибочных ситуаций	H0102	То же	0 – 1
		Средства восстановления при сбоях оборудования	Наличие требований к программе по восстановлению процесса выполнения в случае сбоя операционной системы, процессора, внешних устройств.	H0201	- »	0 – 1
			Наличие средств восстановления процесса в случае сбоя оборудования	H0203	»	0 – 1
		Реализация управления средствами восстановления	Наличие возможности повторного старта с точки останова	H0205	»	0 – 1
			Наличие централизованного управления процессами, конкурирующими из-за ресурсов	H0301	»	0 – 1

1	2	3	4	5	6	7
	Работоспособность	Функционирование в заданных режимах Обеспечение обработки заданного объема информации	Вероятность безотказной работы Оценка по среднему времени восстановления	Н0401 Н0501	Расчетный Расчетный	$P=Q/N$, Q - число отказов N - число экспериментов 1, если $T_b \leq T_{в доп}$ $\frac{T_b^{доп}}{T_b}$, если $T_b \geq T_{в доп}$ T_b доп – допустим. ср. время восстановления, T_b – расчетное среднее время восстановления $T_b = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_{vi}$ N - число восстановления, T_{vi} – время восстановления i -го отказа
Сопровождаемость	Простота конструкции	Межмодульные связи	Осуществляется ли передача результатов работы модуля через вызывающий его модуль	С0303	Экспертный	0 – 1
	Структурность	Соблюдение принципа нисходящего программирования	Использование при построении программного структурирования Соблюдение принципа разработки программы сверху вниз	С0601 С0602	То же »	0 – 1 0 – 1

1	2	3	4	5	6	7	
Удобство применения	Наглядность освоения	Комментарии логики	Наличие комментариев в точках входа и выхода программ	С0803	Экспертный	0 – 1	
		Оформление текста программ	Наличие комментариев-заголовков программы с указанием ее структурных и функциональных характеристик	С0902	То же	0 – 1	
	Простота	Простота кода	Используется ли язык высокого уровня	С1001	»	»	0 – 1
		Легкость освоения	Освоение работы ПС	Возможность освоения ПС по документации	У0101	»	0 – 1
	Возможность освоения ПС на контрольном примере			У0102	»	0 – 1	
	Документация для освоения		Полнота и понятность документации для освоения	У0201	»	»	0 – 1
				Наличие краткой аннотации	У0301	»	0 – 1
				Наличие описания решаемых задач	У0302	»	0 – 1
				Наличие описания структуры функций ПС	У0303	»	0 – 1
				Наличие описания основных функций ПС	У0304	»	0 – 1
				Наличие описания частных функций	У0306	»	0 – 1
				Наличие описания основных алгоритмов	У0307	»	0 – 1
				Наличие описания межмодульных интерфейсов	У0308	»	0 – 1
				Наличие описания пользовательских интерфейсов	У0309	»	0 – 1
				Наличие описания входных и выходных данных	У0310	»	0 – 1
Наличие описания диагностических сообщений				У0311	»	0 – 1	
			Наличие описания основных характеристик ПС	У0312		0 – 1	
			Наличие описания среды функционирования ПС	У0314		0 – 1	
			Достаточность документации для ввода ПС в эксплуатацию	У0315		0 – 1	

1	2	3	4	5	6	7
			Наличие описания основных характеристик ПК	У0312	Экспертный	0 – 1
			Наличие описания программной среды функционирования ПК	У0314	То же	0 – 1
			Достаточность документации для ввода ПК в эксплуатацию	У0315	»	0 – 1
	Удобство эксплуатации	Эксплуатация	Возможность приостанова и повторного запуска работы без потерь информации	У0805	»	0 – 1
		Управление меню	Соответствие меню требованиям пользователя	У0901	»	0 – 1
		Функция HELP	Возможность управления подробностью выходных данных	У1001	»	0 – 1
<u>Эффективность</u>	Уровень автоматизации		Функция защиты от несанкционированного доступа	Э0106	»	0 – 1
<u>Универсальность</u>	Мобильность	Зависимость от используемого комплекта технических средств	Оценка зависимости программ от емкости оперативной памяти ЭВМ	Г0701	»	0 – 1
			Оценка зависимости программ от скорости вычисления ЭВМ	Г0702	»	0 – 1
			Оценка зависимости функционирования программы от специальных устройств ввода-вывода	Г0704	»	0 – 1

Примечание. Коды оценочных элементов составлены из пяти символов, 1 – символ – принадлежность элемента соответствующему фактору; 2 и 3 – номер метрики, которой принадлежит оценочный элемент; 4 и 5 – порядковый номер данного оценочного элемента в метрике

Литература

1. Липаев В.В. Качество программного обеспечения. М.: Финансы и статистика, 1983.
2. Самойлов В.Н. Теоретико-информационный анализ сложных систем. Дубна: ОИЯИ, 2002. 330с.

Получено 22 апреля 2003 г.

Карев А. А., Добрянский В. М.

P11-2003-78

Оценка показателей качества программного обеспечения
информационно-вычислительной системы

Предложена методика оценки показателей качества программного обеспечения, которая была разработана на основании действующих российских стандартов в области оценки качества программных средств (ПС) и использовалась в ряде программных проектов. Методика распространяется на следующие подклассы программных средств: операционные системы и средства их расширения, ПС интерфейса и управления коммуникациями, ПС организации вычислительного процесса, прикладные программы для управления техническими устройствами. Для перечисленных подклассов ПС определена номенклатура показателей качества.

Работа выполнена в Научном центре прикладных исследований ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2003

Перевод авторов

Karev A. A., Dobrianski V. M.

P11-2003-78

Estimation of Software Quality Values for an Informational
Computing System

Software quality estimation method, that was developed on the basis of the working Russian software quality standard and applied in a number of program projects, is proposed. The method can be used in the following software subclasses: operating systems and their tools, interface and communication management software, organization of computing process software, application of the hardware control. For the listed subclasses of software, a set of quality values is defined.

The investigation has been performed at the Scientific Center for Applied Research, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2003

Редактор *М. И. Зарубина*
Макет *Н. А. Киселевой*

Подписано в печать 15.05.2003.

Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 0,62. Уч.-изд. л. 0,9. Тираж 310 экз. Заказ № 53894.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: publish@pds.jinr.ru

www.jinr.ru/publish/