

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

**Т. Г. Бурдыко, К. И. Бушмелева**

*Сургутский государственный университет, tania\_dubovik@mail.ru*

Статья посвящена вопросам анализа программных средств, что позволяет оценить качество программных продуктов и минимальный уровень качества при неполной информации о программных системах. Оценка качества программных средств является важной задачей, так как уровень сложности программного продукта непрерывно возрастает и, следовательно, увеличивается количество ошибок, которые могут повлиять на качество программных средств.

*Ключевые слова:* программные средства, международный стандарт, оценка качества, информационная технология, оценка программного продукта, программное обеспечение.

## INDICATORS OF SOFTWARE QUALITY

**T. G. Burdyko, K. I. Bushmeleva**

*Surgut State University, tania\_dubovik@mail.ru*

The article is devoted to the issues of software analysis that allows evaluating the quality of software products and the minimum quality level with incomplete information about software systems. Assessing software quality is an important task. The level of complexity of the software product is continuously increasing, therefore increases the number of errors that may affect the quality of the software.

*Keywords:* software tools, international standard, quality assessment, information technology, software product evaluation, software.

Известно, что показатель качества программного обеспечения (далее – ПО) представляет собой способность программных средств (далее – ПС) в определенных условиях удовлетворять установленным или предполагаемым требованиям и потребностям. Стремительное развитие средств приводит к возникновению новых проблем, на которые необходимо обращать внимание. Разработка ПС производится для конкретных целей и задач. Однако в результате программное средство не всегда соответствует нужным требованиям и обладает определенными потребительскими свойствами. Качество любого продукта, который поступает к потребителю, является главной составляющей для развития предприятий. Поэтому важно определить показатели, оказывающие влияние на качество программных средств [1]:

- область, где применяется программное средство;
- назначение ПС;
- решаемые задачи и их тип;
- характеристики качества программного средства (состав и значения);
- величина допустимого ущерба из-за недостаточного качества ПС;
- объем программного средства;
- сложность программного средства;
- связь решаемых задач с реальным количеством времени (допустимой длительностью ожидания результатов решения задачи);
- длительность эксплуатации;
- вероятность создания новых версий программных средств;
- применение и тиражирование программного средства.

В настоящее время важной задачей является оценка качества программных средств, которые используются на предприятии. Эта проблема не обошла стороной и государственные

высшие учебные заведения (далее – вузы). Наиболее актуальной стала проблема качества ПС, которое используется для учебного процесса. Каждый вуз закупает или разрабатывает программное средство, исходя из своих потребностей в обучении специалистов и финансовых возможностей.

Согласно требованиям системы качества ISO 9000, каждый процесс нуждается в мониторинге и измерении, а также обработке результатов измерений для разработки воздействий на качество [2].

В развитых странах применяются системы, способные управлять качеством в образовательных учреждениях в соответствии со стандартом ISO 9000.

В нашей стране существует достаточное количество фирм, занимающихся разработкой программного обеспечения для системы образования. Среди них есть общепризнанные лидеры, которые осуществляют массовый выпуск программных средств по различным учебным дисциплинам. Есть учебные заведения, которые самостоятельно занимаются разработкой программного обеспечения, в том числе и программными средствами образовательного назначения. Но, несмотря на разнообразия программной продукции на современном рынке, качественных программных средств образовательного назначения недостаточно, либо не все соответствуют вышеприведенным требованиям. Это объясняется тем, что ни в нашей стране, ни за рубежом не существует целостной и достаточно эффективной системы оценки качества программных средств, в частности тех, которые используются в образовательной отрасли [3, 4].

При решении задач, таких как разработка или модернизация программных средств, возникает задача оценки качества используемого ПО. Также известно, что при оценке качества ПС используется много моделей и стандартов. Наиболее современный и известный стандарт – ISO/ IEC 25000 – представляет собой модель качества в виде набора характеристик (т. е. категорий атрибутов, с помощью которых можно провести оценку качества ПС) и отношений между ними. Набор данных характеристик представляет собой основу для классификации требований к качеству и оценки качества ПО [5]. При этом наибольшее распространение получили модели типа «факторы – критерии – метрики» [6]. Что касается оценки качества ПС в учебных заведениях, необходимо учитывать уровень знаний студентов, которые используют данные программные средства. Также следует отметить, что по скорости и легкости освоения ПС можно судить о качестве продукта, о полноте и удобстве использования функций программного продукта (далее – ПП).

Чтобы оценить качество ПП в вузе, можно провести его тестирование среди студентов для выявления следующих показателей [7–10]:

- надежность;
- корректность;
- удобство применения;
- эффективность;
- универсальность;
- сопровождаемость.

Согласно вышеуказанным показателям качества, можно определить нужные требования к качеству ПС. Для того чтобы выявить, какой программный продукт наиболее соответствует критериям, можно использовать иерархическую структуру оценки качества, которая представлена на рис. 1. Существуют рекомендации РД 50-64-84 «Методические указания по разработке государственных стандартов, устанавливающих номенклатуру показателей качества групп однородной продукции», которые можно использовать для построения структуры свойств качества продукции общих свойств, что составляют первый уровень. Значения общих свойств соответствуют значениям выделенных общих показателей качества, например, таких как эстетические свойства, свойства назначения, эргономические свойства и т. д. Для определенных свойств эти методические указания содержат рекомендации по их изменению на более простые свойства и их использованию.



Рис. 1. Иерархическая структура оценки качества

Анализ информации, представленной на рис. 1, показывает, что к 1-му уровню относятся потребительские ( $K_1$ ) и технико-экономические ( $K_2$ ) показатели качества (далее – ПК) ПС.

В свою очередь, потребительский уровень состоит из пяти классов показателей качества. Они определяют общественную и индивидуальную ценность для человека-потребителя: социальную ( $K_{11}$ ), функциональную ( $K_{21}$ ), эстетическую ( $K_{31}$ ), эргонометрическую ( $K_{41}$ ), эксплуатационную ( $K_{51}$ ) [11]. Однако, если ввести следующий уровень иерархии, позволяющий расширить список данных характеристик, можно добавить следующие показатели:

- полнота (все части ПС должны быть представлены, описаны, а также полностью реализованы);
- завершенность (когда программное средство обладает свойством завершенности, в том числе в нем должны присутствовать все необходимые компоненты, которые разработаны в полном объеме);
- быстродействие (затраченное время на решение задачи пользователя);
- эффективность (рациональное отношение программного средства к таким ресурсам, как процессор, память и т. д., при выполнении своих задач);
- тестируемость (когда программа выполняет проверку характеристик, поддерживает возможность измерения производительности);
- согласованность (когда в программе и в документации используются одни и те же обозначения, соглашения, форматы);
- расширяемость (возможность программного средства увеличивать, если это необходимо, объем памяти для обеспечения хранения необходимых данных расширять для отдельных модулей вычислительные функции);
- краткость (отсутствие ненужной или повторяющейся информации, дублирующиеся части кода преобразовываются в вызов общей процедуры, то же касается и технической документации);
- уровень требований технических средств (объем памяти, наличие сопроцессора и др.);
- сопровождаемость (наличие возможности изменить ПС для удовлетворения новых требований потребителя, это, в свою очередь, указывает на то, что ПС не должно быть запутано и иметь резерв для использования таких ресурсов, как процессор, память и т. д.);
- удобство в использовании (требование относится, прежде всего, к качеству пользовательского интерфейса);
- простота настройки и использования технической среды (принтер, сканер, модем, монитор и др.);

- портируемость (возможность ПС адаптироваться к другой платформе или операционной системе. Возможность перенастроиться на новые условия, такие как изменение законодательства и т. д.);
- коммуникативность (возможность ПС описывать входные данные, а также их копировать и выводить при необходимости полученную информацию);
- информативность (возможность ПС содержать информацию, понятную и необходимую для пользователя);
- возможность работать в сети;
- трудоемкость (оценка временных и материальных затрат на освоение и внедрение ПС);
- оцениваемость (когда ПС используется для конкретного применения и обеспечивает возможность оценки качества его функционирования);
- стоимость (должна удовлетворять требованиям заказчика и потребителя ПС);
- точность (результаты ПС должны иметь точную и достаточную с точки зрения основного их назначения);
- человеческий фактор (ПС выполняет свою работу, не требуя при этом дополнительных временных затрат от пользователя);
- модифицируемость (ПС должно иметь структуру, позволяющую легко вносить требуемые изменения);
- мобильность (когда ПС адаптивно к различным типам платформ и может работать на ЭВМ иного типа, отличающегося от того, для которого предназначено);
- доступность (когда ПС допускает выборочное использование отдельных компонентов);
- безопасность (когда ПС обладает и обеспечивает качество защиты данных от несанкционированного доступа);
- понятность (ПС должно быть понятным и сопровождаться качественной документацией);
- осмысленность (техническая документация к ПС не должна содержать избыточной информации).

Необходимо также отметить, что каждый из упомянутых выше показателей может иметь различные весовые коэффициенты и разделяться на более мелкие составляющие в зависимости от вида ПС.

Технико-экономические показатели (далее – ТЭП) качества ПС определяют степень технического совершенства и используемые методы проектирования. Состоят из трех классов: стандартизации  $K_{12}$ , технологичности  $K_{22}$ , экономичности  $K_{32}$ . Также основными показателями ТЭП являются: эффективность; сложность разработки; основные затраты; конкурентоспособность.

Эффективность представляет собой соотношение затрат и результатов функционирования системы. К основным показателям эффективности относятся следующие: экономический эффект, срок окупаемости вложений, коэффициент экономической эффективности вложений и др. [12].

Экономический эффект – это разность между результатами деятельности субъекта и произведенными для их получения затратами на изменения условий деятельности.

Чаще всего на практике оценивается общий экономический эффект ( $\mathcal{E}_{\text{общ}}$ ) от производства и использования за весь срок службы нового ПП ( $P$ ), который рассчитывается по формуле (1):

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \left[ \left( 3_1 \times \frac{B_2}{B_1} \times \frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H} - \frac{(U_1 - U_2) - E_H \times (K_2 - K_1)}{P_2 + E_H} \right) - 3_2 \right] \times A_2, \quad (1)$$

где  $3_1, 3_2$  – удельные затраты, потраченные на базовый и новый ПП;

$B_1, B_2$  – годовой объем работ, который может производиться с помощью базового ( $E_H$ ) и нового ПП;

$B_2/B_1$  – коэффициент роста производительности нового ПП по отношению к базовому;

$(P_1 + E_n) / (P_2 + E_n)$  – коэффициент учета изменения сроков службы нового ПП по сравнению с базовым;

$U_1, U_2$  – годовые средние удельные эксплуатационные издержки пользователя при эксплуатации единицы базового и нового ПП;

$K_2, K_1$  – удельные средние капитальные вложения пользователя при использовании единицы базового и нового ПП в расчете на объем работ, производимых с помощью нового ПП;

$(U_1 - U_2) - E_n \times (K_2 - K_1)$  – средняя величина годовой экономии потребителя на приведенных затратах ПП;

$((U_1 - U_2) - E_n \times (K_2 - K_1)) / (P_2 + E_n)$  – средняя экономия пользователя на приведенных затратах для всего срока службы ПП по сравнению с базовым  $E_n$ ;

$A_2$  – объем внедрения ПП в рассматриваемый период [13].

Сложность разработки ПС в основном зависит от размера-масштаба ПС. Оно выражается числом строк на языке программирования или функциональных точек. Оценку размера-масштаба ПС можно приводить в различных единицах, что, в свою очередь, позволит изменять их численные значения для одних и тех же ПП в несколько раз [14]. Разделим на две основных группы единицы измерения размера-масштаба ПС:

- единицы измерения, которые разрабатываются и анализируются человеком. Так, например, текст программы можно представить в виде следующего кода: код, который используется повторно (пригоден для новых приложений без внесения изменений); новый код (разработан для нового приложения без включения фрагментов ранее написанного кода); наследственный код (разработан для предыдущих приложений и будет использоваться новыми ПП); модифицируемый код (разработан для предыдущих приложений и может быть использован в новом ПП после внесения изменений);

- единицы измерения, которые размещаются в используемом ПС (характеризуют работу самого компьютера, а также объем памяти, который необходим для нормального функционирования ПП);

К основным ресурсам, затрачиваемым на разработку ПС, можно отнести следующие:

- время, определяющее длительность создания ПС;
- допустимые трудозатраты – это затраты, необходимые для разработки ПС с требуемым качеством;
- число специалистов – необходимое и допустимое количество исполнителей, используемое при разработке ПС.

При разработке ПС также рассчитывается общая трудоемкость ( $T_0$ ) (2):

$$T_0 = K_{сл} \times T_p, \quad (2)$$

где  $T_p$  – трудоемкость, оценивающая чел.-дн. и определяющаяся объемом разрабатываемого ПС;

$K_{сл}$  – дополнительный коэффициент сложности.

Трудоемкость определяется для каждого этапа разработки, после чего общая трудоемкость ( $T_{общ}$ ) разработки ПС рассчитывается по формуле (3):

$$T_{общ} = \sum_{j=1}^k T_j, \quad (3)$$

где  $T_j$  – трудоемкость на стадиях технического задания, эскизного проекта, технического проекта, рабочего проекта и внедрения.

Количество исполнителей, необходимое и используемое при разработке ПС, рассчитывается по формуле (4):

$$\mathcal{C} = \frac{T_{общ}}{\Phi_{д} \times D}, \quad (4)$$

где  $\mathcal{C}$  – число исполнителей;

$\Phi_D$  – фонд времени одного работающего в месяц;

$D$  – директивный срок разработки ПС.

Конкурентоспособность ПС – это способность товаров конкурировать между собой. Это то, насколько товар соответствует одному или нескольким выбранным показателям (коммерческим, техническим, экономическим и т. п.) и обеспечивает возможность его сбыта.

При оценке конкурентоспособности учитывается коэффициент эквивалентности ( $K_{ЭК}$ ) ПС, который рассчитывается по формуле (5):

$$K_{ЭК} = \frac{K_{ТН}}{K_{ТБ}}, \quad (5)$$

где  $K_{ТН}$  и  $K_{ТБ}$  – коэффициенты технического уровня развития нового и базового ПС.

Коэффициент технического уровня развития ( $K_T$ ) разрабатываемого ПС, в свою очередь, рассчитывается по следующей формуле (6):

$$K_T = \sum_{j=1}^n \beta \times \frac{\Pi_i}{\Pi_{\text{э}}}, \quad (6)$$

где  $\beta$  – весовой коэффициент  $i$ -го технического параметра ПС;

$n$  – число используемых параметров;

$\Pi_i$  – численное значение  $i$ -го технического параметра сравниваемого ПС;

$\Pi_{\text{э}}$  – численное значение  $i$ -го технического параметра базового ПС.

В результате по формуле (7) можно рассчитать интегральный коэффициент конкурентоспособности ( $K_{И}$ ) разрабатываемого ПС:

$$K_{И} = K_{ЭК} \times K_{ФВ} \times K_{Н} / K_{Ц}, \quad (7)$$

где  $K_{ФВ}$  – коэффициент функциональных возможностей разрабатываемого ПС;

$K_{Н}$  – коэффициент соответствия нового ПС нормативным значениям;

$K_{Ц}$  – коэффициент цены потребления ПС.

Оценка таких характеристик качества, как сопровождаемость и надежность, не может быть выполнена, пока не будет получена первая версия программного средства. Еще до конца разработки программного средства метрика сложности позволяет прогнозировать, какие компоненты программного продукта будут способны к отказу, могут сложнее тестироваться и негативно реагировать на изменение настроек или конфигураций.

Метрики сложности определяют трудоемкость разработки комплекса программ. Метрики можно разделить на две группы:

- метрики сложности потока данных (к ним относятся: метрика обращения к глобальным переменным, метрика Чепина и т. д.). Метрики сложности потока данных определяют конфигурацию, использование, а также размещение данных в программе;

- метрики сложности потока управления программами (к ним относятся: метрика Маккейба, метрика подсчета точек пересечения, метрика Майерса, метрика граничных значений, метрика Джилба). С помощью этих метрик оперируют как взаимосвязями этих переходов, так и плотностью управляющих переходов внутри программ.

В заключение необходимо отметить, что оценку качества программных средств может осуществить различными способами. Оценка качества, производимая согласно стандарту ISO 9126, позволяет оценить качество программных средств, при этом можно использовать разные системы показателей качества. Также есть возможность заложить качество средств еще при разработке технического задания, проводить контроль его на всех этапах жизненного цикла, т. е. можно проводить оценку на минимальном уровне качества, не имея полной информации о ПС.

### **Литература**

1. Качество программных средств. Основные понятия и определения. URL: <https://studfiles.net/preview/837772/page:19/> (дата обращения: 08.01.2018).
2. Ивойлов П. А. Разработка и исследование автоматизированных технических и программных средств оценки показателей в системах менеджмента качества : автореф. дис. ... канд. техн. наук (05.13.18). Саранск, 2004. 5 с.
3. Черников Б. В., Поклонов Б. Е. Оценка качества программного обеспечения. М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2012. 400 с.
4. ИСО 9000-3-91. Стандарты в области административного управления качеством и обеспечения качества. Ч. 3. Руководящие указания по применению ИСО 9001 при разработке, поставке и обслуживании программного обеспечения. М. : ВНИИС, 1995. 16 с.
5. ISO/IEC, ISO/IEC 25000: Software Engineering – Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Guide to SQuaRE. Geneva: International Organization for Standardization, 2005. URL: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=35683](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=35683) (дата обращения: 08.01.2018).
6. Бураков В. В. Модель качества программных средств // Информационно-управляющие системы. 2009. № 2. С. 75–78.
7. Бурдыко Т. Г., Бушмелева К. И. Методы оценки качества программных продуктов в Вузе // Надежность и качество : труды Междунар. симпозиума. Пенза, 2017. Т. 1. С. 21–23.
8. Бурдыко Т. Г., Бушмелева К. И. Анализ использования информационно-коммуникационных технологий в образовании // Надежность и качество : труды Междунар. симпозиума. Пенза, 2016. Т. 1. С. 220–224.
9. Бушмелева К. И., Плюснин И. И., Бушмелев П. Е., Увайсов С. У. Оценка телекоммуникационной системы контроля утечек газа с использованием системы массового обслуживания // Вестник кибернетики. 2016. № 1. С. 81–86.
10. Кривицкая М. А., Бушмелева К. И. О проблемах оценки адекватности при проектировании рабочего учебного плана направления высшего образования // Вестник кибернетики. 2017. № 4. С. 166–168.
11. Зайцев М. Ю., Абуталипова Л. Н. Иерархическая структура показателей качества изделий из полимерных материалов. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/ierarhicheskaya-strukturnaya-shema-pokazateley-kachestva-izdeliy-iz-polimernyh-materialov> (дата обращения: 08.01.2018).
12. Методы оценки технико-экономических показателей проектов программных средств. URL: <http://docplayer.ru/33018659-Metody-ocenki-tehniko-ekonomicheskikh-pokazateley-proektov-programmnyh-sredstv.html> (дата обращения: 08.01.2018).
13. Оценка экономической эффективности. URL: [https://studopedia.ru/3\\_110717\\_otsenka-ekonomicheskoy-effektivnosti.html](https://studopedia.ru/3_110717_otsenka-ekonomicheskoy-effektivnosti.html) (дата обращения: 08.01.2018).
14. Кооперации и паттерны. Паттерн «Наблюдатель». Паттерн «Компоновщик». Паттерн «Команда». URL: <https://studfiles.net/preview/2790184/page:7/> (дата обращения: 08.01.2018).