

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КАЧЕСТВА ДОКУМЕНТАЦИИ

А.В. Анцыпов

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
220027 Минск, Беларусь, ул. П. Бровки, 6.
Тел.: +375 29 756 6009; E-mail: ancipov@gmail.com

Исследуется зависимость надежности разрабатываемого программного средства от качества документации на основании стандартов ISO/IEC 9126 и ISO/IEC 12207. Предлагается подход оценки надежности разрабатываемого программного средства в зависимости от качества документации.

The article explores the dependence of the reliability of software developed by the quality of documentation on the basis of standards ISO/IEC 9126 and ISO/IEC 12207. It offers the approach forecasting software reliability from quality documentation.

В настоящее время деятельность многих организаций и предприятий напрямую зависят от правильной обработки информации соответствующими программными средствами (ПС). Использование некачественных ПС может привести к материальным потерям, а в некоторых областях таких как: транспорт, медицина, оборонный сектор и др. качество ПС является критически важным фактором.

Мировая практика показывает, что разработка качественных ПС и их оценка невозможна без использования соответствующих стандартов. Основными стандартами обеспечения качества ПС являются: ISO/IEC 9126 Software engineering – Product quality (Информационная технология. Оценка программного продукта) и ISO/IEC 12207 Standard for Information Technology – Software Lifecycle Processes (процессы жизненного цикла программных средств)[1, 2, 3, 4].

ISO/IEC 9126 регламентирует шесть основных характеристик качества ПС: функциональность, надежность, эффективность, практичность, сопровождаемость, мобильность [1].

Одной из основных характеристик качества ПС является надежность. Надежность – способность ПС поддерживать заданный уровень качества функционирования при его использовании в заданных условиях [1, 3, 4].

ISO/IEC 12207 регламентирует три основные группы процессов: организационные, основные, вспомогательные [2].

Вспомогательные процессы заслуживают особого внимания, так как являются целенаправленной составной частью других процессов, обеспечивая успешную реализацию и качество разработки ПС.

ISO/IEC 12207 регламентирует восемь вспомогательных процессов: документирования, управления конфигурацией, обеспечения качества, верификации, аттестации, совместного анализа, аудита и решения проблемы [2].

В данной работе исследуется зависимость надежности разрабатываемого ПС от качества выполнения процесса документирования. Процесс документирования является одним из наиболее сложных и трудоемких процессов. В соответствии со стандартом ISO/IEC 12207 после выполнения каждой задачи разработчику и/или заказчику необходимо задокументировать проделанную работу и полученные результаты. В результате будет получена соответствующая документация, – совокупность документов определяющих процедуры и ресурсы, необходимые для управления и обеспечения программного проекта [2]. Зависимость качества разрабатываемого ПС от документации показана на рис. 1.

Процессы разработки ПС влияют на качество разрабатываемого ПС. В результате выполнения определенного процесса будет создана документация. Качество документации влияет в дальнейшем на процессы разработки ПС, которые в свою очередь влияют на качество разрабатываемого ПС. Улучшая качество документации улучшается качество процессов разработки, которые в свою очередь улучшают качество разрабатываемого ПС.

Для количественной оценки качества документации на основании стандарта ISO/IEC 12207 предлагаются метрики.

Все расчетные формулы имеют вид $X = \frac{A}{B}$, где X – значение метрики, A и B – атрибуты ПС.

Значение каждой метрики лежит в диапазоне от 0 до 1. Чем ближе значение метрики к 1, тем выше качество документации.

1) документирование выходных результатов. При разработке ПС разработчик должен документально оформить выходные результаты. Тогда A – количество документально оформленных результатов, B – общее число выходных результатов;

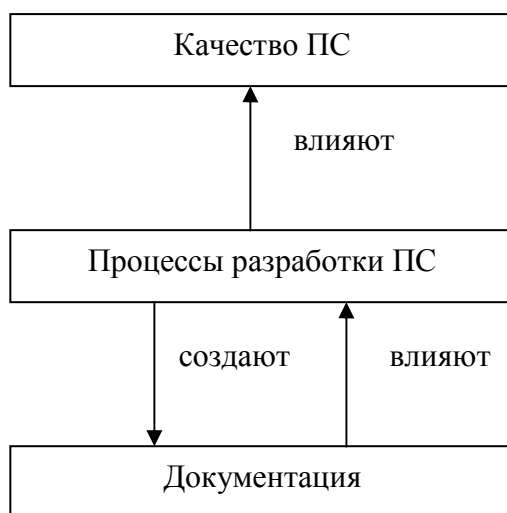


Рисунок 1. Зависимость качества ПС от процессов разработки и документации

2) документирование возникших проблем. При разработке ПС разработчик должен документально оформить возникающие проблемы и устранить несоответствия. Тогда A – количество документально оформленных возникших проблем, B – общее число возникших проблем;

3) документирование используемых стандартов и методов. При разработке ПС разработчик должен выбрать, адаптировать и использовать те стандарты, методы, языки программирования, которые документально оформлены. Тогда A – количество документально оформленных стандартов, методов, языков программирования, B – общее количество используемых стандартов, методов, языков программирования;

4) документирование планов проведения работ. При разработке ПС разработчик должен разработать планы проведения работ процесса разработки. Планы должны включать все требования связанные с разработкой, включая безопасность и защиту. Тогда A – количество документально оформленных требований, B – общее количество требований.

Для определения зависимости каждой метрики и надежности разрабатываемого ПС был проведен корреляционный анализ на основании данных полученных при разработке программы VPITransmissionMarker компании VPI-Systems [5]. На протяжении разработки ПС, от выхода первой версии и до финальной, было выпущено сто промежуточных версий. Для каждой версии проводилось тестирование с целью определения количества допущенных ошибок. На основе этих данных рассчитывался показатель надежности ПС. В качестве показателя надежности ПС используется оценка вероятности безотказной работы P

$$P = \frac{M}{N},$$

где N – общее количество выполненных тестов, M – количество тестов, выполнение которых завершилось успешно.

Для анализа зависимости качества документации и надежности ПС от номера версии ПС применен нормированный коэффициент корреляции Браве–Пирсона r [6]:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{100} [(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^{100} (x_i - \bar{x})^2 * \sum_{i=1}^{100} (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1)$$

где x_i – значение метрики i -ой версии ПС, \bar{x} – среднее значение метрики, y_i – значение надежности i -ой версии ПС, \bar{y} – среднее значение показателя надежности.

Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции для заданных метрик

| Название метрики | Коэффициент корреляции Браве–Пирсона |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Документирование выходных результатов | 0,664 |
| Документирование возникших проблем | 0,738 |
| Документирование используемых стандартов и методов | 0,938 |
| Документирование планов проведения работ | 0,856 |

Полученные данные свидетельствуют о достаточно высокой степени взаимосвязи качества документации и надежности разрабатываемого ПС.

Но необходимо учитывать, что каждая метрика в различной степени влияет на надежность ПС. В мировой практике принято использовать методы ранжирования с целью определения весового коэффициента метрики. Каждый эксперт оценивает вес каждой метрики по шкале относительной значимости в диапазоне от 0 до 1. В качестве общей меры оценки в данной работе используется средневзвешенное значение s_i

$$s_i = \frac{\sum_{j=1}^{N_e} q_{ji}}{\sum_{l=1}^m \sum_{i=1}^{N_e} q_{li}}, \quad (2)$$

где m – количество метрик, N_e – количество экспертов, q_{li} - экспертная оценка l -ой метрики у i -го эксперта.

С целью определения весовых коэффициентов метрик процесса постановки задачи, был проведен эксперимент с участием шести экспертов, полученные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2. Весовые коэффициенты метрик

| Метрики | Эксперты | | | | | |
|----------------------------------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Документирование выходных результатов | 0,2 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| Документирование возникших проблем | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,1 |
| Документирование используемых стандартов и методов | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,5 |
| Документирование планов проведения работ | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,3 |

Для использования полученных данных необходимо провести дополнительные исследования с целью определения насколько согласованы мнения экспертов. Для определения согласованности индивидуальных ранжировок экспертов в данной работе используется коэффициент конкордации W [6]

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^m (S_i - \bar{S})^2}{N_e^2 (m^3 - m)},$$

где S_i – средневзвешенное значение экспертной оценки i -й метрики; N_e – число экспертов; m – число метрик.

В данном исследовании коэффициент конкордации равен 0,78, что свидетельствует о высокой степени согласованности экспертов.

Значения весовых коэффициентов рассчитанных по формуле (2) представлены в табл. 3.

Таблица 3. Значение весовые коэффициентов метрик

| № | Название метрики | Весовой коэффициент |
|---|----------------------------------------------------|---------------------|
| 1 | Документирование выходных результатов | 0,27 |
| 2 | Документирование возникших проблем | 0,23 |
| 3 | Документирование используемых стандартов и методов | 0,23 |
| 4 | Документирование планов проведения работ | 0,27 |

Имея данные весовых коэффициентов и значения метрик можно рассчитать качество документации i -й версии разрабатываемого ПС Q_i

$$Q_i = \sum_{j=1}^m (V_{ij} * X_{ij}), \quad (3)$$

где X_{ij} – значение j -ой метрики, относящейся к i -й версии разрабатываемого ПС, m – количество метрик, V_{ij} – весовой коэффициент j -ой метрики, относящейся к i -ой версии разрабатываемого ПС;

Полученные данные в графическом виде представлены на рис. 2 и 3.

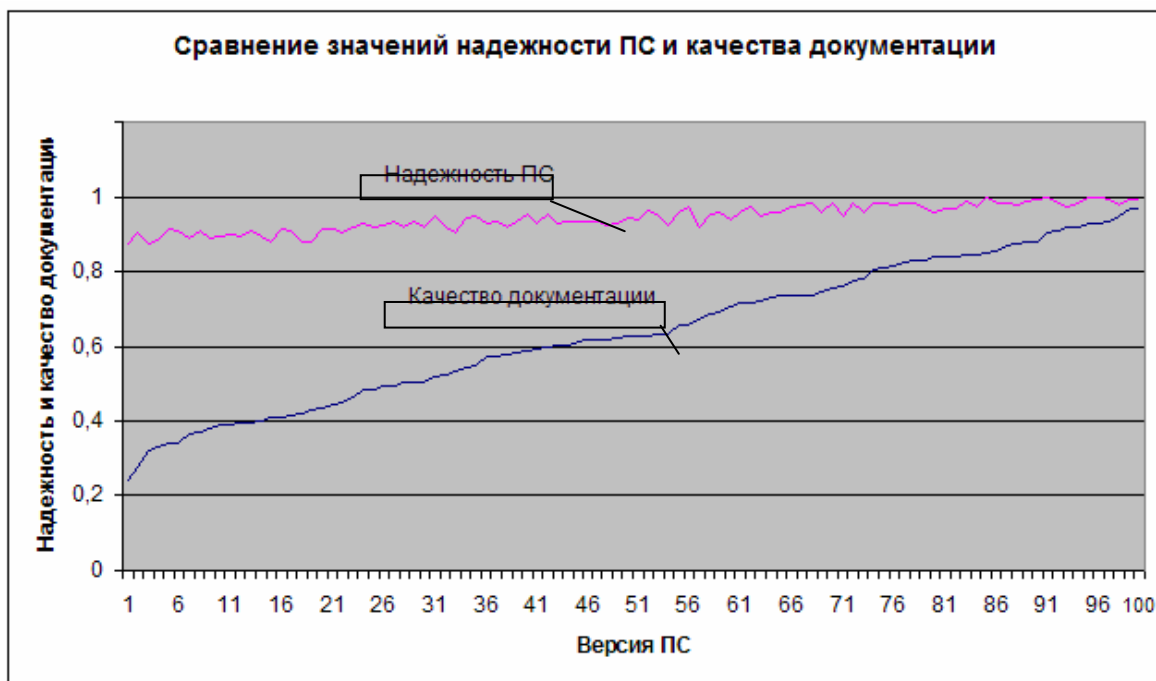


Рисунок 2. Сравнение значений надежности ПС и качества документации

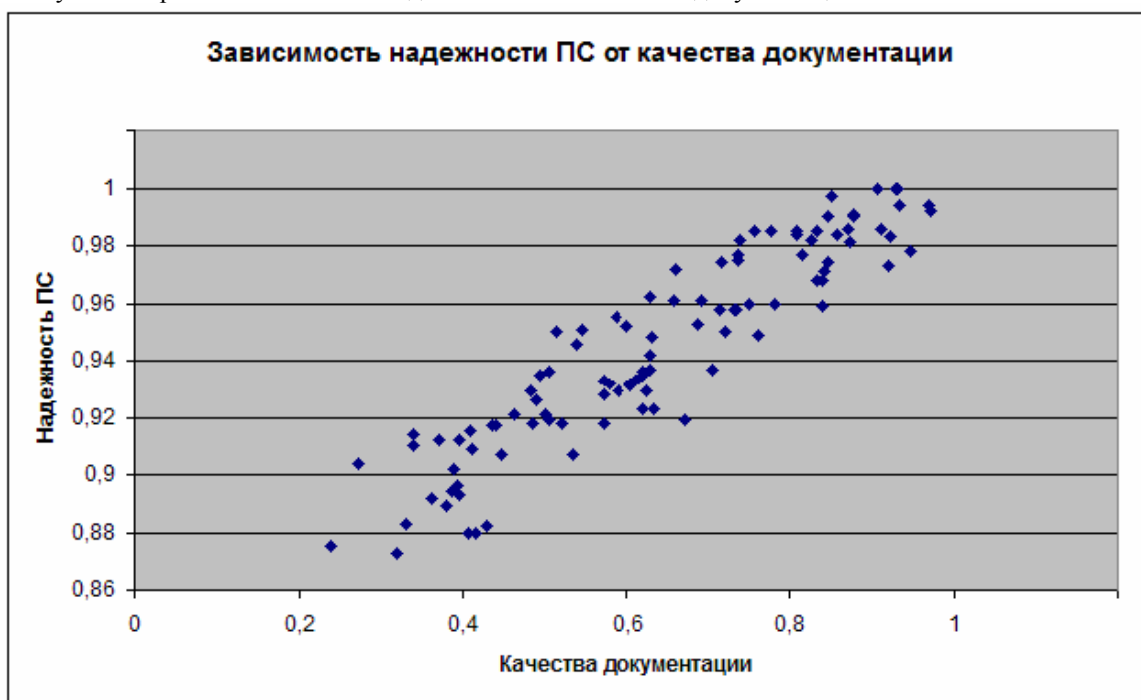


Рисунок 3. Зависимость надежности ПС от качества документации

Коэффициент корреляции качества документации и надежности ПС рассчитанный по формуле (1) составил 0.927, что свидетельствует о высокой степени зависимости надежности ПС и качества документации разрабатываемого ПС.

Для проверки значимости коэффициента корреляции находится показатель связности t [6]:

$$t = \frac{|r|}{1/\sqrt{n}},$$

где r – коэффициента корреляции, n – количество версий разрабатываемого ПС.

Для $\alpha = 0,05$ получаем $t_{кр} = 2.58$ и t равное 14.44 (все данные получены с помощью программы StatPlus [7]), так как $t > t_{кр}$ следовательно зависимость между качеством документации и надежностью ПС следует считать значимой.

Используя полученные данные можно прогнозировать ожидаемую надежность разрабатываемого ПС. При условии:

$$\sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i - x^*)^2 + (y_i - y)^2} \rightarrow \min, \quad (4)$$

где x_i – качество документации i -й версии эталонного исследования (под эталонным исследованием понимается разработка ПС VPITransmissionMarker), x^* – рассчитанное значение качества документации разрабатываемого ПС по формуле (3), y_i – значение надежности i -й версии эталонного исследования, y – искомое значение надежности разрабатываемого ПС.

Формулу (4) можно представить в виде

$$f(y) = \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i - x^*)^2 + (y_i - y)^2}.$$

Решение будет найдено при условии:

$$\begin{aligned} f'(y) &= 0, \\ \sum \left(\sqrt{(x_i - x^*)^2 + (y_i - y)^2} \right)' &= \sum \frac{-2 * (y_i - y)}{2 * \sqrt{(x - x_i)^2 + (y_i - y)^2}} = \\ &= \sum \frac{(y - y_i)}{\sqrt{(x - x_i)^2 + (y_i - y)^2}}. \end{aligned}$$

В итоге формула (4) примет вид

$$\sum_{i=1}^n \frac{(y - y_i)}{\sqrt{(x - x_i)^2 + (y_i - y)^2}} = 0; y \in [0;1].$$

Решение данного уравнения аналитическим методом очень сложная задача, гораздо проще решать его используя численные методы. Одним из наиболее известных и удобных методов является метод итераций.

Было проведено сравнение трех ПС компании VPI-Systems использующимися в области внедрения и эксплуатации оптоволоконных сетей: VPISolutionExpert, VPIAccessMarker, VPIMetroPlanner [5]. Полученные данные представлены в табл. 4 (все данные получены с помощью программы StatPlus [7]).

Таблица 4. Сравнение экспериментальных и расчетных значений надежности

| Программа | Коэффициент корреляции надежности и качества документации |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|
| VPISolutionExpert | 0.904 |
| VPIAccessMarker | 0.907 |
| VPIMetroPlanner | 0.914 |

Коэффициент корреляции для всех тестируемых программ оказался равен выше 0.9, что свидетельствует о высокой степени доверия к получаемым результатам.

Предложенная методика позволяет оценивать качество документации ПС в процессе его разработки, а также прогнозировать надежность разрабатываемого ПС. Достоинствами предложенной методики является ее простота и ориентированность на международные стандарты.

1. ISO/IEC 9126-1:2001 Software engineering – Product quality
2. ISO/IEC 12207:1995 Standard for Information Technology – Software Lifecycle Processes.
3. Бахтизин В.В., Глухова Л.А. Стандартизация и сертификация программного обеспечения. – Мн.: БГУИР, 2006. – 200 с.
4. Липаев В.В. Надежность программных средств. – М.: СИНТЕГ, 1998. – 280 с.
5. www.vpiphotonics.com
6. Гайдышев И. Анализ и обработка данных. – Санкт-Петербург: Питер, 2001. – 232 с.
7. <http://www.statplus.net.ua/ru/>