

А. А. ЗЕМЛЯНОЙ, ассистент каф. АСУ НТУ «ХПИ»;
Н. В. ТКАЧУК, д-р техн. наук, проф. каф. АСУ НТУ «ХПИ»

КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ПРОТОТИПИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТНЫХ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

Розглядаються проблеми забезпечення якості компонентних програмних рішень, зроблено огляд існуючих технологій забезпечення якості. Дається короткий опис запропонованої технології прототипування програмних систем та розглянуто комплексну методіку оцінки ефективності технологій забезпечення якості.

Рассматриваются проблемы обеспечения качества компонентных программных решений, представлен обзор существующих технологий обеспечения качества. Приводится краткое описание предлагаемой технологии прототипирования программных систем и рассматривается комплексная методика оценки эффективности технологий обеспечения качества.

Problems of quality assurance for component software solutions are considered. An overview of existing technologies for quality assurance is provided. A short description of the suggested prototyping technology for software systems is provided and the complex methodology for estimation of quality assurance technologies is considered.

Введение. В процессах разработки программного обеспечения (ПО) при условиях ограниченности ресурсов различных видов (временных, финансовых и других) и с учетом уровня требований, предъявляемых к разрабатываемой системе, актуальной является проблема обеспечения качества ПО на самых ранних этапах жизненного цикла программной системы (ПС). Обеспечение качества предполагает, что готовый продукт, помимо желаемой функциональности, будет соответствовать ряду заданных нефункциональных характеристик или атрибутов качества (quality attribute) ПО. С этой целью на ранних этапах разработки ПС должны применяться специфические средства, которые призваны с достаточной степенью точности дать оценку предполагаемых значений атрибутов качества, учитывая имеющуюся информацию о разрабатываемой системе. В настоящее время к таким средствам относится целый ряд развивающихся методов и технологий моделирования ПС, основанных на аналитических, метрических, имитационных моделях, а также прототипах, которые можно объединить под общим названием технологий обеспечения качества (ТОК) ПО [1].

В зависимости от типа разрабатываемой ПС возникает необходимость в обеспечении тех или иных ее атрибутов качества. Согласно SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge) [2] выделяются такие основные атрибуты качества ПО как: производительность (performance), надежность (reliability), функциональность (functionality), сопровождаемость (maintainability), удобство использования (usability). Так, например, в

автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУ ТП) в виду протекания процессов в режиме реального времени и критичности сбоя на первый план выходят характеристики производительности и надежности ПС.

Поскольку число существующих ТОК, предназначенных для ПС различной степени сложности и для различных предметных областей, постоянно возрастает, возникает проблема выбора эффективной ТОК в зависимости от типа разрабатываемой ПС. Целью исследований в данной статье является комплексная методика оценивания эффективности технологий прототипирования компонентных ПС.

Существующие технологии обеспечения качества программных систем. В настоящее время используются ТОК самых различных типов: с использованием аналитических моделей [3], метрических оценок, имитационных моделей, а также прототипов [4]. Для расчета показателей качества наиболее широко используются аналитические модели на основе теории массового обслуживания, разнообразных модифицированных моделей очередей, маркированных сетей Петри. Метрические оценки производительности позволяют вычислить количественные ресурсные характеристики отдельных блоков ПС на основе их графов выполнения. Недостаток оценок таких типов в том, что они могут дать лишь приблизительную оценку характеристик. С ростом сложности разрабатываемой ПС также значительно увеличивается сложность построения таких моделей. В таком случае могут использоваться имитационные модели ПС, которые позволяют исследовать более сложные системы с более высокой точностью. Имитационные модели могут быть реализованы как с помощью специфических программных решений, так и при помощи универсальных средств имитационного моделирования (GPSS, Arena, Matlab/Simulink). Недостаток использования имитационного моделирования состоит в том, что хотя трудозатраты на моделирование поведения системы высоки, эти модели не могут быть использованы в дальнейшем в ходе разработки как компоненты создаваемой ПС. Одновременно и оценки, и готовые для использования компоненты позволяют получить ТОК с использованием прототипов. Они основаны на различных подходах и инструментальных средствах, например Computer-Aided Prototyping System (CAPS), Ripple, Axure RP Pro, iRise Studio. Стоит отметить, что данные средства позволяют преимущественно прототипировать только функциональные характеристики ПС, но не другие характеристики качества. В связи с этим была разработана Интегрированная Технология Эволюционного Прототипирования (ИТЭП), которая позволяет исследовать характеристики надежности и производительности ПС при помощи эффективной технологии обеспечения качества [5, 6]. Общая схема рассматриваемой технологии прототипирования в нотации IDEF1X представлена на рис. 1.

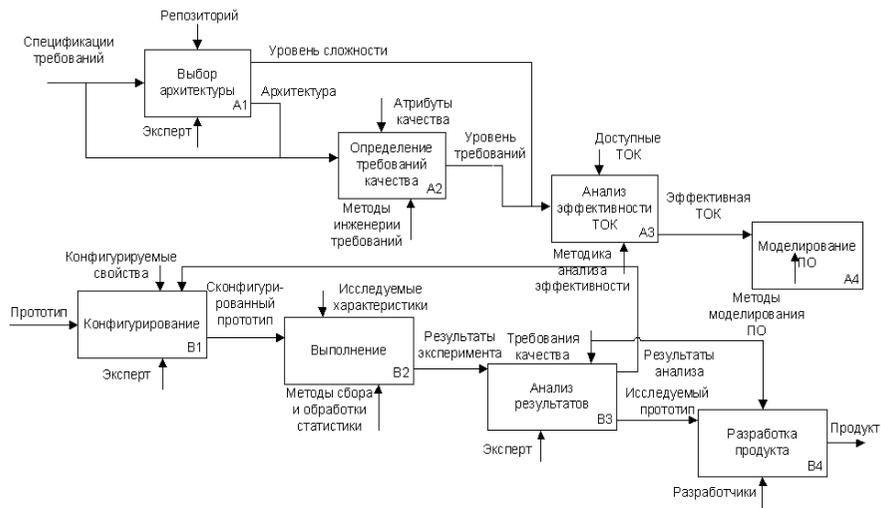


Рис. 1 – Общая схема технологии прототипирования ПС

Технология прототипирования компонентных программных систем.

ИТЭП состоит из набора взаимосвязанных логических блоков, которые в комплексе позволяют решить такие задачи процесса исследования качества, как определение требований к качественным характеристикам ПС, выбор архитектуры проектируемого решения, выбор наиболее эффективной технологии обеспечения качества, конфигурирование свойств каждого из компонентов, входящих в выбранную архитектуру, сборка, запуск и выполнение прототипа, сбор статистических данных в ходе его выполнения, а также анализ собранных данных и расчет результатов.

Блок выполнения прототипа с целью сбора данных и блок анализа данных реализованы в виде отдельных программных инструментов, которые при помощи заданных интерфейсов подключаются к компонентам прототипа в процессе его выполнения. Сбор данных по predetermined параметрам производится в режиме реального времени с последующим накоплением в базе данных. После завершения работы прототипа производится анализ накопленных данных с целью расчета экспериментальных значений характеристик качества и их последующего сравнения с требуемыми значениями. В результате каждая из характеристик получает расчетное значение, которое сравнивается с допустимыми интервалами значений и затем формируется оценка соответствия в виде баллов по шкале [0,10]. Оценки соответствия в баллах далее с учетом их приоритетов важности используются для расчета оценок каждого из исследуемых параметров. Пример результатов прототипирования приведен на рис. 2 и в таблице 1.

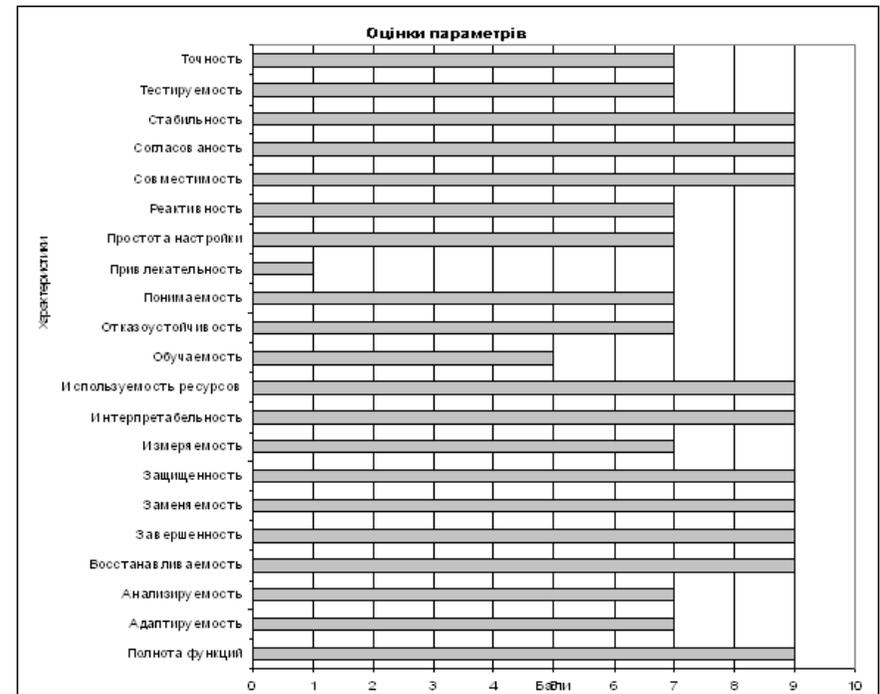


Рис. 2 – Результаты расчета оценок параметров качества ПС

Таблица 1 – Оценки соответствия исследуемых параметров качества ПС

Параметры профилирования	Единицы измерения	Допустимый интервал значений	Измеренные значения	Оценка соответствия
Количество запросов в очереди клиента	1/с	[0;5]	0,04	9
Количество запросов в очереди сервера	1/с	[0;10]	4,20	9
Время отклика на запрос клиента	мс	[0;85]	64,90	9
Время отклика на запрос сервера	мс	[0;85]	86,34	7
Количество сбоев при ответе клиенту	ед.	[0;500]	511	7

Очевидно, что предложенная технология будет эффективна не для всех типов разрабатываемых программных систем. Для простых ПС с низкой строгостью требований могут быть более применимы другие ТОК, например, с использованием аналитических моделей. Для решения проблемы выбора эффективной ТОК в зависимости от типа разрабатываемой ПС и предъявляемых к ней требований была предложена специализированная комплексная методика оценки [7].

Методика оценки эффективности технологий обеспечения качества.

Данная методика основывается на комплексной оценке эффективности применения той или иной ТОК при определенных условиях, которые задаются сложностью разрабатываемой ПС и строгостью предъявляемых к ней требований качества. Оценка эффективности включает в себя два критерия: адекватность и удельные трудозатраты применения ТОК в заданных условиях. Данные для расчета этих критериев получается методом экспертного опроса, для чего была разработана процедура опроса экспертов. Каждый эксперт дает ответ в лингвистическом виде об адекватности применения ТОК в заданных условиях. Исходя из ответов, рассчитывается результирующая оценка адекватности в интервале значений $[0;1]$. Оценка удельных трудозатрат производится по методу PERT, то есть каждый из экспертов дает оптимистическую, пессимистическую и ожидаемую длительность работ по таким составляющим процесса применения ТОК, как создание модели, проведение эксперимента, анализ результатов. Окончательное решение принимается на основе метода пересечения нечетких множеств. При этом рассматривается множество альтернатив $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ и множество критериев $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$. Оценки альтернатив по каждому i -му критерию представляются нечеткими множествами $C_i = \{\mu_{C_i}(a_1)/a_1, \mu_{C_i}(a_2)/a_2, \dots, \mu_{C_i}(a_m)/a_m\}$. Правило выбора лучшей альтернативы можно представить как пересечение нечетких множеств $D = C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_n$. Лучшей считается альтернатива a^* , которая имеет наибольшее значение функции принадлежности $\mu_D(a^*) = \max_{j=1, m} \mu_D(a_j)$.

Для примера рассмотрим три различных ТОК: 1) имитационное моделирование в среде Matlab/Simulink (T1), 2) имитационное моделирование в проблемно-ориентированной среде (T2), 3) прототипирование (T3). Выделим 9 областей в зависимости от сложности ПС и уровня предъявляемых требований качества. Для каждой из областей проведем экспертный опрос и расчет эффективной ТОК. Результаты расчетов приведены на рис. 3. Для каждой области обозначена эффективная ТОК согласно результатам экспертного опроса. Из рисунка видно, что, например, технологию прототипирования эффективно применять для областей 6, 8, 9 с высокой сложностью ПС и высоким уровнем требований качества.

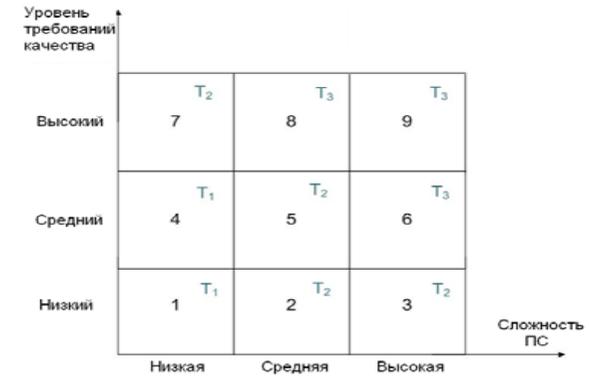


Рис. 3 – Результаты оценки эффективности применения ТОК для ПС различных типов

Выводы. В работе рассмотрены актуальные вопросы обеспечения качества программных систем и сделан обзор основных существующих подходов к их решению. Представлены новая технология прототипирования компонентных программных решений, а также экспертный подход к оцениванию эффективности применения различных технологий обеспечения качества ПО. Они имеют важное практическое значение, поскольку позволяют экономить ресурсы за счет оценивания качества создаваемых компонентных решений уже на ранних этапах процесса разработки ПО.

Список литературы: 1. Андон Ф. И. Основы инженерии качества программных систем / Андон Ф. И., Коваль Г. И., Коротун Т. М. [и др.]. – 2-е изд. – К. : Акадампериодика. – 2007. – 580 с. 2. Офіційний Інтернет-ресурс консорціуму SWEBOK: www.swebok.org. 3. Лаврищева Е. М. Концепция аналитической оценки характеристик качества программных компонентов / Лаврищева Е. М., Рожнов А. М. // Проблемы программирования. – 2004. – № 2–3. – С. 80–187. 4. Ткачук М. В. Про один підхід до оцінки ефективності технологій забезпечення якості програмних систем / Ткачук М. В., Земляний А. О. // Східно-Європейський журнал передових технологій. – № 1 (37). – 2009. – С. 33–38. 5. Tkachuk M. Towards Prototyping-based Technology for Adaptive Software Development / Tkachuk M., Zemlyanoy A., Gamzayev R. // R. Kashek et al. (Eds.): UNISCON 2008, LNBIP 5: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2008. – P. 508–518. 6. Земляной А. А. Комплекс моделей технологии прототипирования для адаптивного проектирования компонентных программных решений / Земляной А. А., Ткачук Н. В., Гамзаев Р. А. // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". – Харків : НТУ "ХПІ". – 2008. – № 5. – С. 97–107. 7. Земляний А. О. Інформаційна технологія дослідження ефективності методів забезпечення якості гарантоздатних програмних систем / Земляний А. О., Ткачук М. В., Олійник О. А. // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – Харків: Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут». – 2009. – № 6 – С. 143–147.

Надійшла до редколегії 10.11.2010