

А.В. КОСТРОВ,
П.А. ПОРОДНИКОВА
**Оценка уровня развития системы
управления тестированием
программных средств**

УДК 004.78:005.7(075.8); 004.9:681.5; 621.3.068

ФГБОУ ВПО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Владимир

Поставлена задача оценки уровня развития системы управления тестированием при разработке программных средств. Предложено отображать вербальные описания стадий зрелости системы проектного управления множеством частных количественных критериев, для оценки значений которых предлагается проводить многокритериальную экспертизу. Предложена методика, позволяющая оценивать уровень развития системы управления тестированием на основе многокритериальной экспертной оценки.

Общая характеристика условий задачи оценки

Разработка и производство программных средств (ПС) обрели все черты специальной отрасли, в основе которой соответствующие специальные бизнес-процессы (БП); как следствие, в этой отрасли в полном объеме возникают и требуют решения задачи обеспечения и повышения эффективности, или развития, процессов и систем управления (СУ).

Управление БП становится все более сложным во всех сферах деятельности как по составу, так и функционально; это обусловлено, прежде всего, усложнением выполняемых в составе БП задач, расширением их круга, повышением уровня требований к качеству их исполнения, причем число требований – критериев качества – постоянно растет. В основу современных СУ положены информационные технологии (ИТ). Однако даже высокоэффективные ИТ не гарантируют успех управления, если БП

и СУ в целом как системы, обеспечивающей информационный менеджмент (ИМ), не обладают уровнем развития (УР), достаточным для того, чтобы эффективно применять высокотехнологичные средства и процессы обработки информации (ОИ) [1-4].

Вследствие этого в отношении УР может быть поставлена типовая задача управления, то есть задача целенаправленного формирования в СУ заданного, или целевого, УР: задание целевого уровня как стратегический план развития, оценка фактического уровня, сравнение его с целевым и внесение изменений в ИМ, то есть в СУ. При этом должны быть поставлены и последовательно решены следующие задачи в области управления развитием СУ:

- определить понятие «уровень развития»;
- определить набор характеристик СУ, определяющих ее УР;
- описать связь значений характеристик системы с УР;
- сформировать воздействия на характеристики СУ в нужном направлении.

Специфика решения этих задач определяется особенностями соответствующей отрасли деятельности [2,3,6,9-11]. В настоящей статье эти вопросы рассматриваются применительно к особенностям управления развитием системы управления тестированием (СУТ) при разработке ПС.

Тестирование ПС – это, с одной стороны, этап разработки программного обеспечения (ПО); с другой стороны, это по своему существу специализированный БП в совокупности БП этой области деятельности. Цели тестирования:

- обнаружение дефектов;
- повышение уверенности в уровне качества;
- предоставление информации для принятия решений;
- предотвращение дефектов.

В соответствии с этим понятие «тестирование ПС» определяется по-разному.

В соответствии с методологией Rational Unified Process (RUP), тестирование — одна из дисциплин RUP. Она ориентирована, в первую очередь, на оценку качества ПС с помощью следующих методов [15]:

- поиск и документирование дефектов качества;

- общие рекомендации относительно качества;
- проверка выполнения основных предположений и требований на конкретных примерах;
- проверка того, что продукт функционирует так, как было спроектировано;
- проверка, что требования выполнены соответствующим образом.

В соответствии со стандартом IEEE Std 829-1983, тестирование — это процесс анализа ПО, направленный на выявление отличий (дефекта) между его реально существующими и требуемыми свойствами и на оценку свойств ПО [12].

Согласно известной программе обучения сертифицированного тестировщика базового уровня (ISTQB-FL), тестирование – это способ оценки качества ПО в терминах найденных дефектов в отношении функциональных требований и характеристик ПО (например, надежность, практичность, эффективность, сопровождаемость и переносимость) [16].

С точки зрения стандарта ISO 9126, качество ПС можно определить как совокупную характеристику исследуемого ПО с учётом составляющих, представленных в табл. 1 [13].

Таблица 1

Качественные характеристики ПО

Функциональность	Надежность	Практичность	Эффективность	Переносимость	Поддерживаемость
Пригодность	Зрелость (уровень завершенности)	Понятность	Временная эффективность	Удобство для анализа	Анализируемость
Правильность	Устойчивость к ошибкам	Простота использования	Использование ресурсов	Изменяемость	Стабильность
Способность взаимодействовать	Восстанавливаемость	Изучаемость		Стабильность	Тестируемость
Согласованность	Доступность	Привлекательность		Тестируемость	Соответствие стандартам
Защищенность	Готовность				

Таким образом, БП тестирования по своей сущности являются многофункциональными, и задачи управления развитием СУТ соответственно многокритериальными.

Организация тестирования в проектной деятельности

Из приведенных определений сущности тестирования следует, что при организации тестирования ПС можно использовать следующие два подхода к обоснованию истинности выполнения операций тестируемым ПС [15].

Формальный подход, или доказательство, применяется, когда из исходных формул-аксиом с помощью формальных процедур (правил вывода) выводятся искомые формулы и утверждения (теоремы). Вывод осуществляется путем перехода от одних формул к другим по строгим правилам, которые позволяют свести процедуру перехода от формулы к формуле к последовательности текстовых подстановок. Достоинство формального подхода заключается в том, что с его помощью удается избегать обращений к бесконечной области значений и на каждом шаге доказательства оперировать только конечным множеством символов.

Интерпретационный подход применяется, когда сначала осуществляется подстановка констант в формулы, а затем - интерпретация формул как осмысленных утверждений в элементах множеств конкретных значений. Истинность интерпретируемых формул проверяется на конечных множествах возможных значений. Сложность подхода состоит в том, что на конечных множествах число комбинаций возможных значений для реализации исчерпывающей проверки могут оказаться достаточно большим. Интерпретационный подход используется при экспериментальной проверке соответствия программы своей спецификации; проведение экспериментов над исполняемой программой составляет суть тестирования и отладки ПС.

Тестирование осуществляется на заданном множестве входных данных X и множестве предполагаемых результатов Y (X, Y), которые задают график желаемой функции. Кроме того, используется функция перехода *oracle* (*оракул*), которая определяет, соответствуют ли выходные данные Y_B ,

вычисленные по входным данным X , желаемым результатам Y , т.е. принадлежит ли каждая вычисленная точка (x, y_b) графику желаемой функции (X, Y) .

Здесь нужно отметить, что функция перехода *oracle* дает заключение о факте появления «неправильной» пары (x, y_b) , однако ничего не говорит о том, каким образом она была вычислена или каким должен быть правильный алгоритм – она только сравнивает вычисленные и желаемые результаты. При этом *оракулом* могут быть даже Заказчик или программист, производящие соответствующие вычисления в уме, поскольку *оракулу* нужен какой-либо альтернативный способ получения функции (X, Y) для вычисления эталонных значений Y .

При формировании БП тестирования важным является экономический аспект: чем более высокими должны быть достигнуты показатели качества тестирования, тем выше будут их трудоемкость и стоимость [8,16]. Или применительно к специфике тестирования - интенсивность обнаружения дефектов на единицу затрат и обеспечиваемая при этом надежность связаны с затратами времени на тестирование и других ресурсов на его осуществление. Чем больше затрат вкладывается в процесс тестирования, тем меньше ошибок в продукте остаются незамеченными. Однако при этом имеются пределы, связанные с доступными затратами. В связи с этим определение трудоемкости БП тестирования для каждого ПС – оптимизационная задача. Нахождение оптимального решения этой задачи – ответственная задача тестировщика и менеджера проекта: стремление к уменьшению числа оставшихся ошибок, или к повышению качества ПС, приводит к применению различных методов отладки и тестирования в процессе создания продукта, то есть по мере обнаружения сложных ошибок и дефектов эффективность низкозатратных методов падает вместе с количеством обнаруживаемых ошибок [16].

Тестирование не является изолированным процессом, оно связано с другими работами по разработке ПС, причем в любой модели реализации ПС выполняются следующие основные процессы:

- рецензирование, *Review (R)*;

- разработка тестов, *Test Design (D)*;
- выполнение тестов, *Test Execution(E)*;
- отчетность о тестировании, *Test Report (O)*.

Различные модели разработки ПС требуют различных подходов к тестированию.

Каскадная модель используется при построении ПС, для которых в начале разработки достаточно точно и полно формулируются все требования. При этом наряду с процессами, характеризующими модель, по этапам модели выполняются основные процессы тестирования, соответствующие каждому из этапов разработки. При использовании последовательной модели разработки (V-модель) тестирование планомерно обеспечивается, начиная с ранних стадий проекта. В модели выделяются четыре уровня тестирования: компонентное (модульное); интеграционное; системное; приемочное.

Спиральная модель сочетает проектирование и поэтапное прототипирование. В процессе создания ПС для каждого витка спирали заново ставятся цели, определяются конкретные характеристики проекта и составляется план проведения работ для следующего витка, в том числе и работ по тестированию [16].

На основе процессного подхода формируется процессная модель тестирования: тестирование – это БП, который состоит из следующих направлений деятельности:

- планирование и управление,
- анализ и проектирование,
- внедрение и реализация,
- оценка критериев выхода и создание отчетов,
- действия по завершению тестов.

При этом приходится учитывать, что действия в процессе могут накладываться друг на друга или происходить одновременно. Для конкретного проекта обычно требуется адаптация этих направлений деятельности с учетом следующих функций модели:

- определение, анализ, реинжиниринг и документирование производственных и организационных процессов *отдела обеспечения качества (ООК)* проектного предприятия;
- стандартизация процессов, ролей, артефактов и шаблонов, используемых в отделе;

- ускорение производственных процессов при сохранении высокого уровня качества;
- оптимизация производственных и организационных активностей, направленная на повышение их эффективности и сокращение трудозатрат отдела обеспечения качества.

Соответственно этим функциям БП тестирования становится разветвленным и многопрофильным. На основе анализа типовых особенностей БП тестирования можно выделить шесть основных *групп процессов тестирования* (ГПТ), внутри которых, в свою очередь, можно провести декомпозицию и выявить детальные подпроцессы в рамках каждой ГПТ; рис. 1 иллюстрирует декомпозицию ГПТ до подпроцессов.

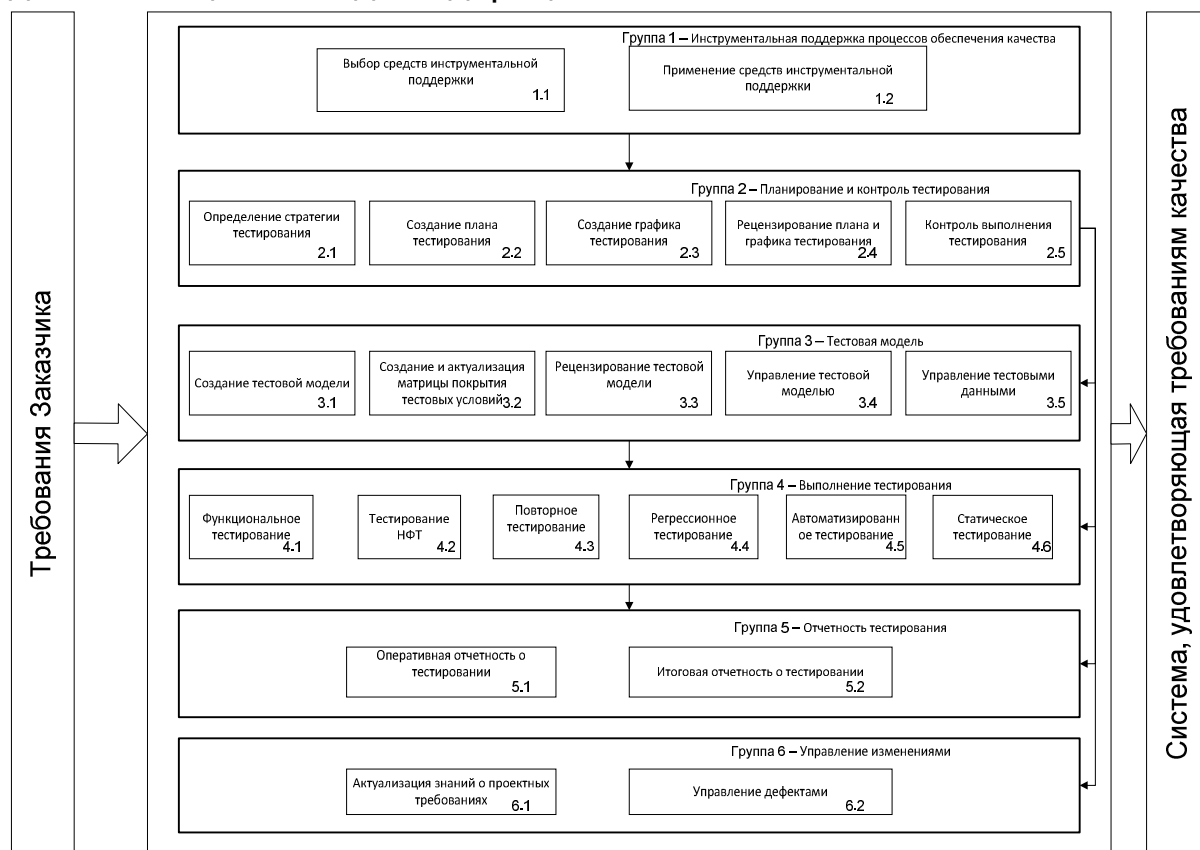


Рис. 1 Процессная модель тестирования

Отсюда следует, что при реализации БП тестирования в разных моделях разработки ПС используются различные методы, каждый из методов тестирования имеет свою нишу, где он хорошо обнаруживает ошибки, тогда как вне этой ниши его эффективность падает. Поэтому необходимо оперативно совмещать различные методы и стратегии тестирования и отладки с целью обеспечения

запланированного качества ПС с учетом ограничений на доступные затраты; это достигается формированием адекватной СУТ и планомерным ее развитием.

Модель оценки уровня развития системы управления тестированием программных средств

Тестирование – это подмножество множества БП разработки ПС. Рассматривая тестирование как обособленный БП, в составе СУ разработки ПС в качестве подсистемы можно выделить СУТ, совершенствование которой обеспечивает повышение качества выполнения БП тестирования. В задаче управления развитием СУТ, то есть в задаче целенаправленного формирования в СУТ заданного, или целевого, УР, важное место занимает оценка фактического значения УР. В качестве методической основы такой оценки в литературе достаточно широко используются классификации УР или стадий зрелости (*Maturity Model*, *ММ* – *модель зрелости*, *англ.*) различных систем и процессов [2,3,14].

Известные модели оценки зрелости процессов разработки ПС - *Capability Maturity Model (CMM)*, *Capability Maturity Model Integration (CMMI)*, *Test Maturity Model (TMM)* - относятся к оценке процессов разработки ПС в целом; в них не выделяется и не оценивается СУТ. В настоящей работе в качестве методической основы оценки УР, или *стадии зрелости (СЗ)*, СУТ предпринята попытка применения в условиях тестирования ПС классификации УР проектного менеджмента *IT Portfolio Management Maturity Model* по М. Джеффри, которая содержит описание четырех УР по мере их повышения: случайный, определенный, управляемый, согласованный [2].

Указанная классификация является вербальной, то есть все СЗ описаны наборами качественных характеристик свойств системы, оценивая которые можно сделать заключение о том, на какой стадии находится СУ. Ввиду качественного характера вербальной модели в этих условиях естественным является использование экспертной оценки.

При этом вербальную классификацию СЗ как множество УР можно представить в виде формальной модели - множества *ММ*, каждому из элементов $S_i^M \mid i = \overline{1,4}$ которого ставится в соответствие

некий глобальный критерий G^M . Поскольку его значение определяет уровень развития, поэтому естественно это значение тоже соотнести с множеством классов, то есть принять $G^M \in \overline{1,4}$; по существу это отображение множества классов на пространство значений глобального критерия:

$$MM = \{S_i^M \mid i = \overline{1,4}\} \xrightarrow{f^G} G^M \in \overline{1,4}, \quad (1)$$

Операция отображения f^G может быть реализована в виде *прямой экспертной оценки* (ПЭО), когда эксперт прямо называет номер класса в качестве оценки [3].

В сложных условиях, характерных для такой экспертизы, обычно достаточно сложно найти компетентного эксперта, оценка которого вызывает безоговорочное доверие. Степень доверия к оценке повышается при проведении коллективной экспертизы. Однако при участии в экспертизе нескольких экспертов оценки могут относиться к разным классам, из-за чего при обработке результатов опроса экспертов будут получены дробные значения «классов». Поэтому значение глобального критерия, получаемое в результате экспертизы, будет принадлежать интервалу $\overline{0,4}$, то есть будет иметь вид числа $G_{\text{ПЭО}}^M \in \overline{0,4}$. Таким образом, окончательное определение УР – отображение значения глобального критерия на множество классов:

$$G_{\text{ПЭО}}^M \in \overline{0,4} \xrightarrow{f^S} S_i^M, i = \overline{1,4}, \quad (2)$$

не обязательно даст целочисленную оценку, могут использоваться и дробные числа; при этом шкала классов служит как бы целочисленным «каркасом» модели при реализации отображения f^S .

Однако на практике увеличить число экспертов сложно, поскольку безоговорочно авторитетных экспертов пока мало. К тому же такие эксперты требуют высокого уровня оплаты; для многих компаний, прежде всего в сфере малого и среднего бизнеса, стоимость проведения экспертизы будет непреодолимой преградой. Для ее преодоления предлагается метод *многокритериальной экспертной оценки* (МЭО): на основе вербального описания СЗ вводятся количественные *частные критерии* P^M , отражающие

развитие того или иного качества системы; значение каждого из критериев оценивается соответствующим профессиональным экспертом или измеряется; на основании этих оценок и измерений уже расчетным путем определяется некий глобальный критерий - многокритериальная экспертная оценка СЗ $G_{МЭО}^M$, значение которой дает УР [2,4,5,7]. При этом вербальная классификация $ММ$ отображается множеством частных критериев P^M :

$$ММ = \{S_i^M \mid i = \overline{1,4}\} \xrightarrow{f^P} P^M = \{P_j^M, D_j^P \mid j = \overline{1,N}\} \quad (3)$$

где f^P – функция отображения; N – число введенных частных критериев; D_j^P – множество атрибутов частного критерия (наименование, описание и т.д.).

Экспертиза осуществляется в два этапа. На первом формируется состав множества частных критериев, его полнота и адекватность в отношении вербального описания определяются компетентностью состава привлеченных экспертов. Для повышения единообразия множество критериев целесообразно упорядочить следующим образом:

- все критерии нормировать и привести в диапазон значений $[0,1]$: 0 – соответствующее свойство не проявляется, 1 – свойство проявляется в максимальной степени;

- критерии, отражающие в вербальной классификации убывающие свойства (недостатки), инвертировать и обратить в противоположные растущие свойства (достоинства).

На втором этапе экспертизы интервал значений $[0,1]$ для каждого из критериев P_j^M представляется в виде строки, состоящей из 4 субинтервалов по числу УР; при этом границы субинтервалов определяются экспертами по каждому из критериев. Следует отметить, что границы субинтервалов для разных критериев могут быть различными, то есть разбиение интервала $[0,1]$ в общем случае равномерным не является. Таким образом, состав множества критериев как структурная основа модели уровня развития принимает вид табл. 2.

Состав множества критериев

Критерии	Уровни			
	1	2	3	4
P_1^M				
P_N^M				

Оценка УР формируется отображением множества частных критериев на значение глобального критерия

$$P^M = \{P_j^M, D_j^P \mid j = \overline{1, N}\} \xrightarrow{f^{PG}} G_{MЭО}^M, \quad (4)$$

где операция отображения f^{PG} осуществляется на основе того или иного расчетного алгоритма; при этом могут использоваться различные подходы и методы. Далее для определения оценки УР полученное значение $G_{MЭО}^M$ отображается на множество уровней развития $S_i^M \mid i = \overline{1, I^M}$ по шкале значений $G_{MЭО}^M$:

$$G_{MЭО}^M \xrightarrow{f^S} S_i^M \mid i = \overline{1, 4}, \quad (5)$$

для чего должна быть построена шкала соответствия значений $G_{MЭО}^M$ и номеров уровней развития. Иначе говоря, для применения (4) и (5) необходимо осуществить разбиение интервала возможных значений $G_{MЭО}^M$ на 4 субинтервала и присвоить им номера УР от 1 до 4. Такая шкала строится на основе граничных значений частных критериев с использованием алгоритма, положенного в основу операции отображения f^{PG} . При этом будет осуществлен переход от вербального описания СУТ к формированию множества критериев системы и получению числового показателя СЗ.

Для иллюстрации предложенной модели оценки УР СУТ в условиях малого проектного предприятия применительно к особенностям выполнения одного из проектов ПС сформировано множество $N = 12$ частных критериев; для всех критериев определены шкалы из 4-х субинтервалов (см. табл. 3).

Таблица 3

Структурная основа модели уровня развития

Критерий	Вес	Значение критерия по стадиям зрелости			
		1	2	3	4
Группа 1. Проектные характеристики					
Планирование тестирования	0,2	0	[0;0,7]	[0,7; 0,8]	[0,8; 1]
Бюджет тестирования	0,3	[0;0,3]	[0,3; 0,7]	[0,7; 0,8]	[0,8; 1]
Финансовые параметры	0,4	0	[0; 0,7]	[0,7; 0,9]	[0,9; 1]
Отчетность	0,1	0	[0; 0,5]	[0,5; 0,7]	[0,7; 1]
Границы субинтервалов ОГК по группе 1 - $C_{r_1}^M$		[0; 0,09]	[0,7; 0,68]	[0,68; 0,83]	[0,83; 1]
Группа 2. Организационные характеристики					
Роль обеспечения качества в проекте	0,2	0	[0; 0,5]	[0,5; 0,7]	[0,7; 1]
Место ООК в оргструктуре предприятия	0,2	0	[0; 0,6]	[0,6; 0,7]	[0,7; 1]
Персонал ООК	0,4	[0; 0,5]	[0,5; 0,6]	[0,6; 0,8]	[0,8; 1]
Ценность знаний для организации	0,2	0	[0; 0,5]	[0,5; 0,7]	[0,7; 1]
Границы субинтервалов ОГК по группе 2 - $C_{r_2}^M$		[0;0,20]	[0,20; 0,56]	[0,56; 0,74]	[0,74; 1]
Группа 3. Общие характеристики					
Обмен информацией	0,2	[0; 0,4]	[0,4; 0,5]	[0,5; 0,7]	[0,7; 1]
Анализ деятельности	0,2	[0; 0,3]	[0,3; 0,4]	[0,4; 0,7]	[0,7; 1]
Производственные процессы	0,5	0	[0;0,5]	[0,5; 0,8]	[0,8; 1]
Инновационная деятельность	0,1	0	0	[0; 0,5]	[0,5; 1]
Границы субинтервалов ОГК по группе 3 - $C_{r_3}^M$		[0; 0,14]	[0,14; 0,43]	[0,43; 0,73]	[0,73; 1]
Радиусы граничных сфер $G_{МЭОЗ}^M$		[0; 0,26]	[0,26; 0,98]	[0,98; 1,33]	[1,33; 1,73]

Для применения (4) и (5), или для реализации операций отображения f^{PG} и f^S , необходимо задать вид этих операций, то есть сформировать алгоритм расчета количественной оценки УР СУТ [7].

Так, в качестве глобального критерия может использоваться длина вектора в эвклидовом пространстве, базисом которого являются значения частных критериев, то есть будет

$$G_{МЭОЗ}^M = \sqrt{\sum_{j=1}^{12} (P_j^M)^2} . \quad (6)$$

В качестве алгоритма определения глобального критерия может использоваться также взвешенное суммирование значений частных критериев:

$$G_{\text{МЭО2}}^M = \sum_{j=1}^{12} \varphi_j \cdot P_j^M, \quad (7)$$

где $\varphi_j, j = \overline{1,12}$, – весовой коэффициент, отражающий значимость j -ого критерия в составе множества частных критериев, конкретные значения φ_j определяются экспертным путем; на сумму весовых коэффициентов налагается условие нормировки:

$$\sum_{j=1}^{12} \varphi_j = 1, \quad (8)$$

Правда, наглядность таких глобальных критериев – вектора в 12-мерном пространстве и суммы 12 взвешенных слагаемых – невелика. В связи с этим множество частных критериев целесообразно представить в виде дерева, разбив его на группы по тем или иным признакам и сохраняя при этом наглядность как по числу критериев в группах, так и по числу групп. В этом случае алгоритм определения глобального критерия становится двухуровневым: сначала определяется в каждой группе *обобщенный групповой критерий* (ОГК), на основе множества которых далее определяется глобальный критерий. При этом на уровнях могут использоваться разные алгоритмы.

На основе исследования и анализа практики рассматриваемого проектного предприятия, процессной модели разработки ПО на предприятии, в частности, в сфере обеспечения качества программных продуктов в составе множества из 12 частных критериев, характеризующих деятельность ООК, сформированы следующие три группы характеристик-частных критериев по 4 критерия в каждой (см. табл. 3): проектные, организационные, общие.

Далее в условиях рассматриваемого предприятия в качестве алгоритма расчета ОГК используется взвешенное суммирование значений частных критериев, включенных в группу:

$$Cr_l^M = \sum_{k=1}^4 \alpha_{lk} \cdot P_{lk}^M, l = \overline{1,3}, \quad (9)$$

где α_{lk} – весовые коэффициенты, отражающие значимость k -ого критерия в составе множества частных критериев l -ой группы, конкретные значения α_{lk} определяются экспертным путем; на сумму весовых коэффициентов в группе налагается условие нормировки:

$$\sum_{k=1}^4 \alpha_{lk} = 1, l = \overline{1,3}. \quad (10)$$

В этих условиях значения всех ОГК Gr_l^M , $l = \overline{1,3}$, попадают в интервал $[0,1]$. Для каждого Gr_l^M , $l = \overline{1,3}$, на основе алгоритма (9) с учетом условия нормировки (10) интервал $[0,1]$ разделен на 4 субинтервала, отражающих СЗ в отношении данного ОГК (см. табл. 3).

Далее по аналогии с (7) выполняется отображение множества ОГК на значение глобального критерия:

$$\{Gr_l^M, D_l^{Gr} \mid l = \overline{1,3}\} \xrightarrow{f^{GrG}} G_{МЭО}^M, \quad (11)$$

где D_l^{Gr} - множество атрибутов ОГК (наименование, описание и т.д.); f^{GrG} – функция отображения; при этом значение глобального критерия $G_{МЭО}^M$ определяется расчетным путем с использованием алгоритма, положенного в основу операции отображения f^{GrG} . Интервал возможных значений глобального критерия $G_{МЭО}^M$ разбивается на 4 субинтервала, отражающих СЗ системы, с использованием алгоритма отображения f^{GrG} .

В условиях рассматриваемого предприятия в качестве глобального критерия используется длина вектора в евклидовом пространстве, базисом которого являются значения ОГК, то есть в данном случае глобальный критерий имеет вид

$$G_{МЭО3}^M = \sqrt{\sum_{l=1}^3 (Gr_l^M)^2}. \quad (12)$$

С использованием этого алгоритма на основе граничных значений субинтервалов на шкалах ОГК интервал возможных значений глобального критерия $G_{МЭО3}^M$ разбивается на 4 субинтервала. Таким образом, оценка УР системы определяется по шкале соответствия субинтервалов значений глобального критерия $G_{МЭО3}^M$ и шкалы уровней зрелости, то есть выполняется отображение значения $G_{МЭО3}^M$ на шкалу классов

$$G_{МЭО3}^M \xrightarrow{f^S} S_i^M \mid i = \overline{1,4}, \quad (13)$$

где f^S – функция отображения, она заключается в применении правила соотнесения шкал значений $G_{МЭО3}^M$ и номеров классов $S_i^M \mid i = \overline{1,4}$.

Точность экспертизы повышается при увеличении числа частных критериев N , что характеризует соответственно более детальное отражение вербального описания множеством пусть и экспертным путем, но количественно оцениваемых величин.

Здесь важно подчеркнуть, что для оценки того или иного частного критерия существенно проще найти компетентного эксперта, то есть узкого специалиста по данному критерию, оценка которого не подвергается сомнению и от которого не требуется столь широкой эрудиции, как от эксперта при проведении ПЭО.

В порядке управления развитием СУТ полученное фактическое значение УР сравнивается с целевым его значением. В случае, если целевой уровень не достигнут, необходимо выяснить, какие частные критерии вносят наибольший вклад в отставание и провести мероприятия, обеспечивающие преодоление этого отставания. При этом важно оценить ресурсоемкость и стоимость соответствующих мероприятий, т.е. эффективность процессов управления [8].

Заключение

В статье поставлена задача формирования подхода к управлению уровнем развития системы управления тестированием в составе системы управления бизнес-процессами разработки ПС в условиях проектного предприятия. Подход основан на определении оценки уровня развития системы управления тестированием в условиях различных моделей разработки ПС, прежде всего, с использованием многокритериальной экспертной оценки. В качестве методической основы использована известная классификация стадий зрелости проектного управления. Предложено отображать вербальное описание стадий зрелости множеством частных количественных критериев, для оценки значений которых предлагается проводить многокритериальную экспертизу. Рассмотрены варианты алгоритмов по этапам определения глобального критерия уровня развития. Предложенный на основе многокритериальной экспертной оценки подход позволяет оценивать степень зрелости системы управления тестированием ПС и целенаправленно управлять ее развитием.

Литература

1. Антонов, А. В. Системный анализ: Учеб. для вузов [Текст] / А. В. Антонов. - 2-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2006. - 454 с.
2. Костров, А. В. Информационный менеджмент. Оценка уровня развития информационных систем [Текст] / А. В. Костров. - Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. - 125 с.
3. Костров, А. В. Основы информационного менеджмента [Текст] / А. В. Костров. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2009. - 528 с.
4. Жданович, О. А. Степень готовности системы управления бизнес-процессами к внедрению информационных технологий (методика оценки) [Текст] / О. А. Жданович, В. Ф. Корнюшко, И. С. Иванчук, А. В. Костров // Прикладная информатика. - №2(50). - 2014. - С. 14-22.
5. Костров, А. В. Оценка уровня развития информационного менеджмента / А. В. Костров, О. С. Коротеева, С. Ю. Якупченкова [Текст] // Прикладная информатика. - 2012. - № 3(39). - С. 46-54.
6. Костров, А. В. Особенности информационного менеджмента в компаниях сферы услуг / А. В. Костров, О. С. Коротеева, В. Ф. Корнюшко [Текст] // Прикладная информатика. - 2012. - № 1(37). - С. 28-32.
7. Костров, А. В. Подход к управлению уровнем развития информационных систем [Текст] / А. В. Костров, И. В. Егорова, О. А. Жданович // Динамика сложных систем. - 2015. - Т. 9. - №1. - С. 24-31.
8. Костров А. В. Информационный менеджмент. Оценка эффективности информационных систем [Текст] / А. В. Костров, Д. А. Матвеев. - Владимир: Изд-во ВлГУ. 2004. - 116 с.
9. Костров, А. В. Исследование проблем управления сложными производственными системами [Текст] / А. В. Костров, О. И. Мухин, К. О. Мухин // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. - 2013. - №9. - С. 65-70.
10. Мухин, К. О. Описание моделей базовых элементов объектно-ориентированной модели производственных процессов для нахождения оптимального управления [Текст] / К. О. Мухин, А. В. Костров // Научные технологии. - 2013. - Т. 14. - № 4. - С. 062-067.
11. Мухин, К. О. Метод применения объектно-ориентированных имитационных моделей для управления сложными производственными процессами [Текст] / К. О. Мухин, А. В. Костров // Нелинейный мир. - 2013. - Т. 11. - № 5. - С. 332-337.
12. Стандарт IEEE Std 829-1983
13. Стандарт ISO 9126
14. Управление развитием информационных систем: Учебное пособие для вузов [Текст] / Р. Б. Васильев, Г. Н. Калянов, Г. А. Лёвочкина; Под ред. Г. Н. Калянова. - М.: Горячая линия-Телеком, 2009. - 376 с.
15. Якобсон, А. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения: Пер. с англ. [Текст] / А. Якобсон, Г. Буч, Дж. Рамбо. - СПб: Питер, 2002. - 496 с.
16. Spillner, T. L. Software Testing Foundations: A Study Guide for the Certified Tester Exam [Текст] / T. L. Spillner, H. Schaefer. - dpunkt.verlag, 2005. - 266 p.

E-MAIL:

AKOSTROV@RAMBLER.RU;

POLINA.PORODNIKOVA@MAIL.RU