

К. А. Конев, А. А. Булычева

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СМК ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Разработана методика по формированию иерархической системы показателей результативности системы менеджмента качества, предложен подход по автоматизации на ее основе, показан пример ее реализации в приборостроении. *Автоматизация в промышленности; web-технологии; квалиметрия; менеджмент качества; результативность; показатели качества*

### ВВЕДЕНИЕ

На фоне мирового кризиса конкуренция между производителями товаров и услуг усиливается, что влечет повышение требований, прежде всего, к обеспечению качества управления в организациях, которые устанавливает всемирно известный стандарт ISO 9001:2008, действующий на территории РФ как ГОСТ Р ИСО 9001-2008.

Согласно п. 4.1 ГОСТ Р ИСО 9001 следует «разработать, задокументировать, внедрить и поддерживать в рабочем состоянии систему менеджмента качества, постоянно улучшать ее результативность...» [1], а в разделе 8, посвященном измерению и анализу, в п. 8.1 сказано, что «организация должна планировать и применять процессы мониторинга, измерения, анализа и улучшения, необходимые для постоянного повышения результативности системы менеджмента качества» [1]. Таким образом, оценка результативности СМК с точки зрения международного стандарта является обязательным требованием. Иными словами, для соответствия международным нормам организация должна сформировать интегральные показатели, на основе которых она будет судить о результативности всех мероприятий в области обеспечения качества продукции и обеспечения качества управления, т. е. провести квалиметрическое исследование своих основных видов деятельности, влияющих на качество продукции, услуг, процессов и системы управления в целом. Более того, разработанная система показателей должна поддерживаться в рабочем состоянии, т. е. в установленные сроки получать на входы фактические значения показателей, изменения значений критериев и формировать на выходе интегральные показатели. Опыт показывает, что

для решения такой задачи на практике необходимо создание автоматизированной системы сбора и обработки информации о качестве на основе разработанной системы показателей.

Рассмотрим подходы к созданию системы показателей и ее функции в системе управления организацией с точки зрения международного стандарта.

### 1. УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТОВ КАЧЕСТВА

Во всех подходах к управлению, будь то модель системы менеджмента качества, описанная во введении к [1], либо рекомендуемые стандартами ISO серии 9000 циклы PDCA и SDCA, либо подход к управлению бизнес-процессами, описанный еще в советской литературе, присутствует стадия измерения и анализа, на которой менеджер принимает решение о степени достижения заявленных целей и плановых показателей. Такая закономерность вытекает из законов теории систем, которые предполагают обязательное наличие отрицательной обратной связи для обеспечения относительной устойчивости системы [2].

На сегодняшний день в том или ином виде эта обратная связь присутствует в любой организации, реализуясь через отчеты всех уровней, устные свидетельства, личные наблюдения руководителей, косвенные свидетельства, возникшие в результате претензий, отказов, несоответствий, штрафов, либо в результате поощрений, наград или благодарностей от потребителей или органов исполнительной власти [3]. Но качество обратной связи во всех организациях различно. В результате не все менеджеры вовремя получают заслуживающие доверия сигналы для вмешательства в бизнес-процессы, что снижает эффективность управления и, как следствие, конкурентоспособность организации.

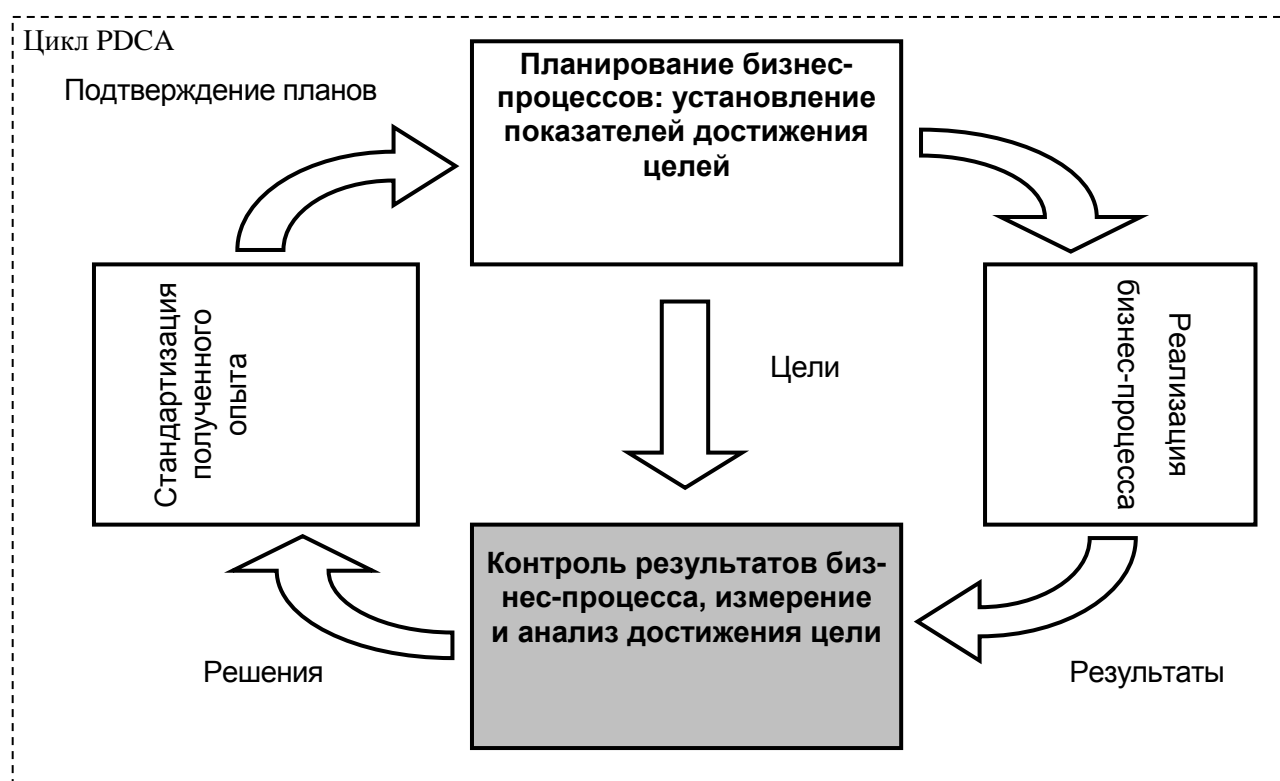


Рис. 1. Цикл PDCA, рекомендованный ГОСТ Р ИСО 9001 для управления процессами СМК [1]

Подходов к оценке различных аспектов качества на сегодняшний день существует множество [3–5]. Однако для промышленного предприятия, связанного с разработкой и производством авиационной техники, необходима методика, которая не только позволит решать задачу оценки обратной связи от объекта управления, но и будет полностью адекватна требованиям ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ РВ 15.002 и других основополагающих нормативных документов отрасли.

Формирование комплексных показателей результативности по требованиям ГОСТ Р ИСО 9001 призвано повысить эффективность обратной связи от бизнес-процессов к аппарату управления за счет создания системы показателей и понятных для менеджера процедур ее настройки.

Таким образом, квалиметрическое исследование должно решить следующие задачи:

- сформировать иерархическую систему показателей, включающую три уровня: система менеджмента качества – бизнес-процесс (сфера деятельности) – функция подразделения;
- сформировать значения и критерии показателей;

- сформировать систему управления показателями в соответствии с требованиями цикла PDCA.

Если для решения первых двух задач достаточно усовершенствовать или адаптировать известные подходы, то для решения третьей задачи обязательно необходимо использовать современные информационные системы.

## 2. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СМК

Прежде чем перейти к конкретным подходам квалиметрического исследования приборостроительного предприятия, рассмотрим общие теоретические подходы к формированию системы показателей результативности СМК.

Наиболее простой и понятный способ свертки показателей при подсчете интегральных значений – нормирование по диапазону от 0 до 1. Этот прием особенно часто используется в практике реальных организаций. Суть его состоит в том, что показатели приводятся к значениям из диапазона от 0 до 1, их значения усредняются или перемножаются (для показателей, значение 0 которых – неприемлемо для систе-

мы), а важность показателей определяют веса, сумма которых равна 1.

В иерархической системе показателей результативности свертка осуществляется по уровням: показатели результативности отдельных функций свертываются в показатели процессов, которые затем свертываются в показатели системы.

Формирование иерархической системы показателей результативности СМК осуществляется по следующим этапам:

- определяются категории показателей  $K_i$  для каждой функции, которые группируются по уровням важности с тем, чтобы различные по важности показатели имели различные веса;

- рассчитываются веса для выбранных категорий  $W_i$ , нормируемые таким образом, чтобы выполнялось условие:

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1, \quad (1)$$

где  $n$  – число категорий показателей для уровня функций;

- формируются показатели функций подразделений  $P_{ij}$ , представляющие собой определенные семантические сущности и правила формирования их значений;

- определяются конкретные виды правил свертки показателей для оценки по каждой функции, которые могут быть:

- правилом усреднения, по которому значение суммарного показателя  $P_j$  формируется как сумма значений показателей, деленная на число показателей:

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ij}}{n}, \quad (2)$$

- правилом произведения, по которому значение суммарного показателя  $P_j$  формируется как произведение значений показателей:

$$P_j = \prod_{i=1}^n P_{ij}, \quad (3)$$

- смешанным правилом, по которому значение суммарного показателя  $P_j$  формируется как сумма значений показателей, деленная на число показателей и умноженная на один или несколько ключевых показателей:

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} P_{ij}}{n-k} \prod_{i=n-k+1}^n P_{ij}, \quad (4)$$

где  $k$  – число ключевых показателей, нулевое значение которых неприемлемо для системы;

- устанавливаются критерии результативности функций подразделений как ограничения на показатели;

- формируются показатели результативности бизнес-процессов  $P_k$ , которые включают показатели функций подразделений, реализуемых в рамках конкретных процессов, с учетом того, что множество показателей бизнес-процессов  $M_{BP}$  и множество показателей функций подразделений  $M_F$  не совпадают:

$$M_{BP} \neq M_F, \quad (5)$$

иными словами, у бизнес-процесса могут быть дополнительные показатели, которые не анализируются на уровне функций подразделений;

- показатели результативности бизнес-процессов  $P_k$  и некоторые показатели функций подразделений  $P_{ij}$  (не вошедшие в формулы расчета показателей результативности бизнес-процессов) распределяются по категориям важности;

- рассчитывается суммарный показатель результативности СМК  $P_{СМК}$  как свертка показателей результативности бизнес-процессов  $P_k$ , некоторых показателей функций подразделений  $P_{ij}$  и дополнительных общих показателей  $P_l$ , устанавливаемых нормативными документами или требованиями руководства, но не расщепляемых на показатели бизнес-процессов и подразделений:

$$P_{СМК} = \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{k_i=1}^{m_i - z_i - s_i} P_{k_i} + \sum_{j=1}^{z_i} P_{j_i} + \sum_{l_i=1}^{s_i} P_{l_i}}{m_i} W_i, \quad (6)$$

где  $m_i$  – общее число показателей разных типов в категории с  $i$ -м весом;

$z_i$  – число показателей функций подразделений в категории с  $i$ -м весом;

$s_i$  – число дополнительных общих показателей в категории с  $i$ -м весом;

$P_{k_i}$  – значение  $k$ -го показателя результативности бизнес-процессов с  $i$ -м весом;

$P_{j_i}$  – значение  $j$ -го показателя результативности функций подразделений с  $i$ -м весом;

$P_{l_i}$  – значение  $l$ -го дополнительного общего показателя результативности СМК с  $i$ -м весом;

- опытным путем формируется критерий результативности СМК всей организации.

Рассмотренная выше параметрическая модель иерархической системы показателей ре-

зультативности СМК может быть представлена схемой, представленной на рис. 2.

Сформированная таким образом иерархическая система показателей учитывает и интегральные показатели, формируемые как свертка показателей более низкого уровня иерархии (например, показатель «Уровень несоответствий»), и показатели, рассчитываемые напрямую (например, показатель «Уровень лояльности потребителя»). Такой подход менее эффектен, но больше соответствует реальной практике учета результативности, поскольку любая система учета постоянно корректируется в зависимости от задач, формируемых руководством.

Сформируем алгоритм создания иерархической системы показателей результативности СМК на примере приборостроительного предприятия.

### 3. ФОРМИРОВАНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СМК НА ПРИМЕРЕ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В основу системы показателей всегда положена классификация. В нашем случае необходимо классифицировать области деятельности, которые необходимо оценивать для формирования оценки результативности СМК. Общепринятым приемом является выделение таких областей оценки на основании требований ГОСТ Р ИСО 9001, т. е. по отдельным его требованиям. При этом строится таблица, в которой выделяются наименования категорий оценки – сфер деятельности, требования к которым установлены в ГОСТ Р ИСО 9001, указываются ссылки на разделы этого стандарта, определяются идентификаторы, кодирующие каждую категорию, ус-

танавливаются категории важности различных категорий. Фрагмент таблицы, описанной выше, приведен на рис. 3.

На рис. 3 приведена кодировка степени важности категорий с использованием следующих обозначений:

- «высокая важность» (ВВ) – группа, включающая ключевые для организации области деятельности;
- «достаточная важность» (ДВ) – группа, включающая области деятельности, важность которых чуть меньше, чем в группе «высокая важность»;
- «средняя важность» (СВ) – группа, включающая области деятельности, достаточно значимые, чтобы войти в сферу оценки результативности, но уступающие по значимости другим группам.

После формирования категорий оценки результативности СМК определяются подходы к оценке результативности по каждой из них. Как говорилось выше, оценка результативности по каждой категории может включать как прямые оценки, так и оценки, сформированные путем интеграции оценок результативности процессов или даже отдельных функций. Поэтому формирование конкретной формулы для расчета результативности по конкретной категории оценки результативности СМК – всегда индивидуальная задача, решаемая в каждой организации по-своему.

Тем не менее, общие методологические подходы к оценке этих категорий можно проиллюстрировать на примере достаточно универсальной категории «Управление персоналом», которая на рис. 3 имеет обозначение К3 и степень важности выше среднего.

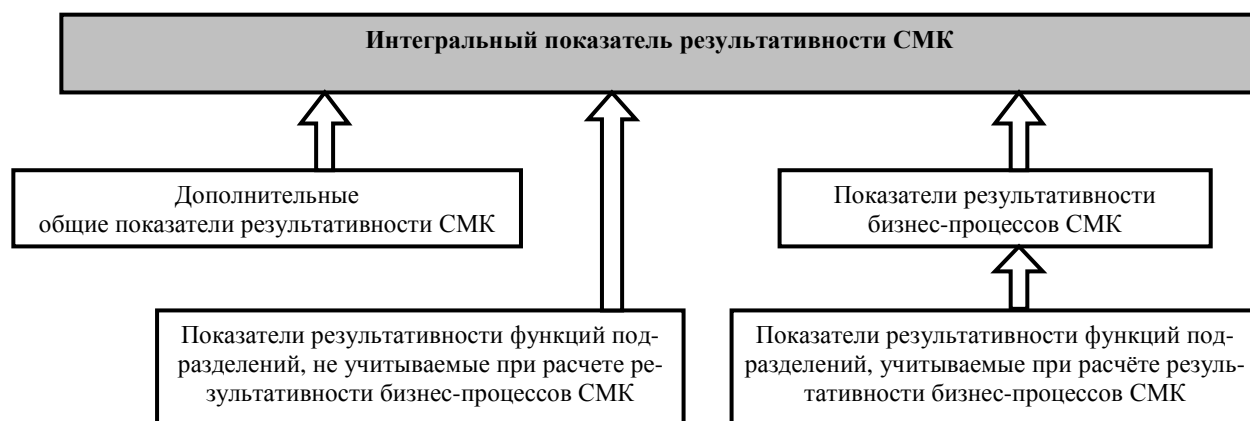


Рис. 2. Схема формирования интегрального показателя результативности СМК

Наименование категории оценки	Связь с ГОСТ Р ИСО 9001	Идентификатор категории	Степень важности
1. Управление документацией и записями	4.2.3, 4.2.4	K1	ДВ
2. Менеджмент качества	раздел 5	K2	ВВ
3. Управление персоналом	6.2.2	K3	ДВ
4. Работа с потребителем	7.2	K4	ВВ
...			
12. Аудит качества	8.2.2	K15	ДВ
13. Испытания и контроль продукции	8.2.4	K16	ДВ
14. Управление несоответствиями	8.3	K17	СВ

Рис. 3. Фрагмент таблицы категории оценки результативности СМК

Категория оценки «Управление персоналом» включает показатели процесса «Обучение кадров», которые опираются на показатели функций отдела кадров, а также включает прямые показатели (см. табл. 1).

Такие таблицы составляются для каждой категории оценки показателей результативности СМК.

При составлении таблиц следует придерживаться следующих принципов:

- показатели должны быть количественно измеримы;
- показатели должны находиться в диапазоне от 0 до 1;
- данные для расчета показателей должны быть доступны, т. е. получаться из стабильного источника, требования к формированию которого описаны в нормативных документах организации;
- показатели должны быть «позитивной» направленности, т. е. рост значения показателя должен показывать положительную динамику, а уменьшение – отрицательную.

После составления таблиц определяются правила свертки показателей с учетом формул (2)–(6), описанных выше.

На конечном этапе определяются критерии по каждой из категорий оценки результативности СМК. Поскольку показатели должны быть «позитивной» направленности, то в качестве критерия достаточно определить значение, выше которого значение показателя считается удовлетворительным. Обычно это значение колеблется от 0.7 до 0.8.

Таблица 1

**Фрагмент структуры показателей категории оценки результативности «Управление персоналом»**

Название показателя	Уровень показателя	Правила расчета показателя
1. Доля перспективной молодежи	СМК	Доля работников от 30 до 45 лет, имеющих высшее образование или разряд выше 4-го и стаж не менее 8 лет, не имеющих взысканий и выговоров за последние 5 лет.
2. Уровень компетенции работников	СМК	Среднее от показателей 2.1 и 2.2.
2.1. Соблюдение плана обучения	Процесс	Произведение 2.1.1 и 2.1.2.
2.1.1. Своевременный выпуск плана обучения	Функция	1 – если срок выпуска плана соблюден, 0,7 – если задержка не более 2 недель, 0 – если задержка больше.
2.1.2. Своевременная организация обучения	Функция	Отношение учебных мероприятий точно по плану к общему числу учебных мероприятий в плане.
2.2. Доля ошибок, допущенных по причине низкой квалификации	Процесс	Число несоответствий, не связанных с низкой компетенцией к общему числу выявленных несоответствий.
2.3 Лояльность работников	СМК	Определяется по специальной методике на основе анонимного анкетирования.
2.4 ...		

№	Категории оценки	Обозначения	Критерии	Веса
1	Управление документацией и записями	K1	$\geq 0,80$	0,3
2	Менеджмент качества	K2	$\geq 0,75$	0,6
3	Обучение кадров	K3	$\geq 0,85$	0,3
4	Работа с потребителем	K4	$\geq 0,75$	0,6
	...			
12	Аудит качества	K12	$\geq 0,80$	0,3
13	Испытания и контроль продукции	K13	$\geq 0,80$	0,3
14	Управление несоответствиями	K14	$\geq 0,90$	0,1

Рис. 4. Фрагмент таблицы критериев оценки результативности СМК

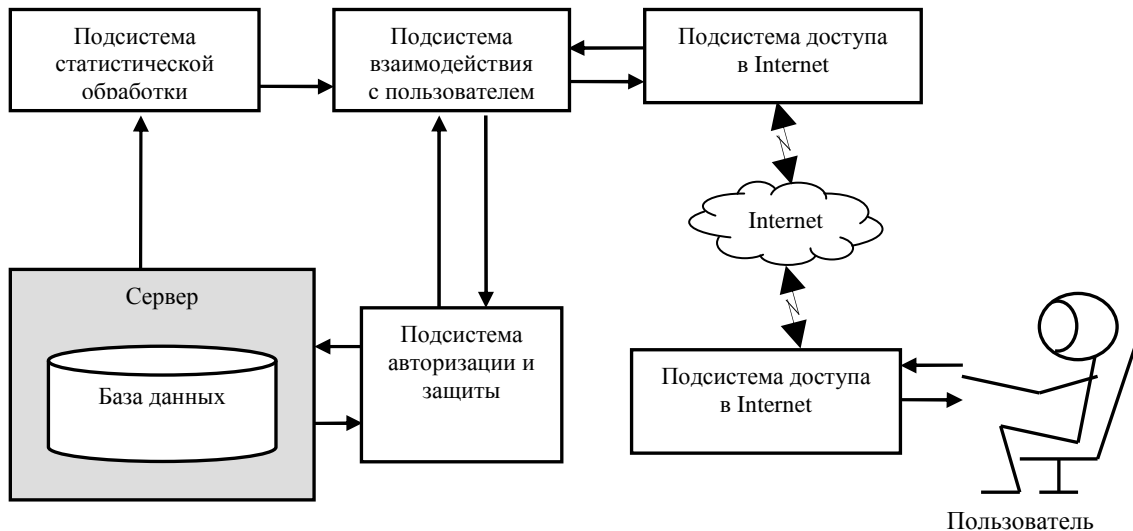


Рис. 5. Структура информационной системы анализа качества

Фрагмент таблицы, содержащей критерии оценки результативности СМК, приведен на рис. 4.

Для определения критериев результативности можно воспользоваться методом планирования от достигнутого, основанного на опыте работы по предыдущим отчетным периодам. Однако лучший результат может быть получен, если учитывать цели организации при планировании критериев результативности, как это предложено в [5].

#### 4. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СМК

Система автоматизированного управления организацией на основе показателей результативности СМК должна решать следующие проблемы:

- оперативный сбор информации о результативности на всех уровнях;
- автоматический расчет значений показателей для избегания ошибок;

- автоматическое формирование выводов по результатам сравнения с критериями результативности СМК;

- хранение значений показателей по предыдущим периодам для обеспечения возможности непрерывного улучшения показателей результативности, как это требует ГОСТ Р ИСО 9001 [1].

Для решения указанных проблем подходит информационная система анализа качества, предложенная в [2], которая представляет собой распределенную систему сбора и обработки информации, элементами которой являются:

- сервер базы данных;
- автоматизированные рабочие места для сбора информации о функционировании бизнес-процессов;
- автоматизированные рабочие места для отображения информации.

Учитывая, что организация может быть сильно территориально распределена, целесообразно воспользоваться либо web-технологией и реализовать программно-технический ком-

плекс через информационный портал с разграничением прав доступа, либо средствами внедренных на предприятии ERP или PLM систем.

Использование web-технологий подробно описано для сферы образования в [5, 6]. Такой подход более применим для предприятий, которые не внедрили ERP системы и располагают сильно распределенной территориальной структурой. Создание информационного портала может более точно реализовать потребности предприятия, но и потребует больших затрат. Структура информационной системы анализа качества, построенной в виде информационного портала, представлена на рис. 5.

Доработка существующей ERP или PLM системы обойдется дешевле, поэтому более предпочтительна, если такие системы на предприятии уже внедрены. Разработка и внедрение такой информационной системы позволит осуществлять автоматизированное управление организацией на основе показателей результативности. Механизм управления опирается на цели уровней подразделения, процесса и организации, которые задают критерии результативности. Информационная система анализа качества автоматически рассчитывает значения показателей результативности, сравнивает их с критериями и формирует выводы о результативности

на каждом уровне и уровне результативности всей СМК. Задача пользователя системы упрощается до функций ввода информации и интерпретации результатов оценки результативности.

На сегодняшний день на ОАО УНПП «Молния» на стадии прототипа разрабатывается информационная система анализа качества. Как элемент ее нормативного обеспечения разработана инструкция 8ГО.005.571 «Оценка результативности функционирования СМК УНПП «Молния». В качестве элемента программного обеспечения сформирована подсистема электронного отчета по анализу СМК предприятия (см. [3]), реализующая, помимо прочего, автоматический расчет результативности СМК и результативности процессов СМК, фрагменты экранных форм которых приведены на рис. 6 и 7.

Заметим, что данные, приведенные на рис. 6 и 7, по указанию администрации предприятия даны без указания периода времени, за который они получены.

В качестве СУБД на этапе прототипирования используется MS Access, а в качестве языка программирования – VBA. В дальнейшем, при наличии финансирования, планируется перейти на СУБД MySQL и язык программирования Java.

Категория оценки	Критерии	Значения показателей по сферам деятельности			Суммарное значение показателя	Вывод о результативности
1 Управление документацией	0,8	К 1.1: 0,852	К 1.2: 1		Итого по К1: 0,9264	Результативно
2 Менеджмент качества	0,75	К 2.1: 1	К 2.2: 1	К 2.3: 1	Итого по К2: 1	Результативно
3 Обучение кадров	0,85	К 3.1: 0,97	К 3.2: 0,98		Итого по К3: 0,9807	Результативно
...						
10 Ремонт	0,8	К 10.1: 1	К 10.2: 0,9		Итого по К10: 0,985	Результативно
11 Метрологическое обеспечение	0,9	К 11.1: 0,9			Итого по К11: 0,958	Результативно
12 Аудит качества	0,75	К 12.1: 1	К 12.2: 0,6		Итого по К12: 0,8	Результативно
13 Испытания и контроль продукции	0,8	К 13.1: 1	К 13.2: 0,9	К 13.3: 0,9	Итого по К13: 0,969	Результативно
14 Управление несоответствиями	0,9	К 14.1: 0,9			Итого по К14: 0,991	Результативно

Суммарный показатель результативности СМК равен: 0,9189 при критерии - более 0,85 баллов

**Вывод: СМК РЕЗУЛЬТАТИВНА**

Рис. 6. Фрагмент отчетной формы по результативности СМК ОАО УНПП «Молния»

Процесс № 10.1 Ремонт и утилизация			
Название показателя	Критерий	Значение	Результивно
Своевременное оформление ведомости дефектации (случаи несвоевременного оформления)	0 случаев несвоевременного оформления	0	Да
Процент дефектов в ремонтных изделиях	Менее 5%	3	Да
Процесс № 3.2 Договорная деятельность			
Название показателя	Критерий	Значение	Результивно
Количество договоров, выполнение которых задержано по вине предприятия	Не более 1	0	Да
Сумма потерь предприятия по причине неправильного оформления документов	Не более 10000 рублей	0	Да
Процесс № 3.3 Сбытовая деятельность			
Название показателя	Критерий	Значение	Результивно
Число официальных претензий потребителя к несвоевременности поставок	Не более 1 претензии в год	0	Да
Объем отгруженной продукции	Не менее 100%	104	Да
Процесс № 4.1 ОКР по тематике отделения электронной автоматике			
Название показателя	Критерий	Значение	Результивно
Разработка и внедрение мероприятий по устранению конструктивных дефектов и причин их возникновения	Не более 0	0	Да
Выполнение пунктов план-графика на разработку изделия	Не менее 97%	99	Да

Рис. 7. Фрагмент отчетной формы по результативности процессов ОАО УНПП «Молния»

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование предложенной методики позволит сформировать измеримые цели для всех уровней организации: уровня СМК, уровня бизнес-процесса и уровня подразделения. Более того, сформированные цели будут связаны и направлены на достижение целей более высокого уровня, как это предполагает системный анализ [6]. Информационная система анализа качества позволит не только осуществлять планирование и мониторинг результативности СМК, но и реализовать принцип непрерывного совершенствования, предусмотренный в [7]. Демонстрацию реализации принципа непрерывного совершенствования может обеспечить ретроспективный анализ критериев результативности, выражающих цели соответствующих уровней, т. е. график изменения показателей результативности по времени, начиная с момента внедрения системы показателей по текущее время.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2008. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2009. 25 с.
2. Хомяков П. М. Системный анализ: экспресс-курс лекций. М.: Изд-во ЛКИ, 2010. 216 с.
3. Конев К. А., Погорелов Г. И., Багаева Ю. О. Методика анализа основных показателей качества функционирования приборостроительного

предприятия с использованием CALS-технологий // Стандарты и качество. 2009. № 2. С. 74.

4. Каплан Р., Нортон Д. Система сбалансированных показателей. От стратегии к действию. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. 438 с.

5. Конев К. А., Старцев Г. В. Интегрированная система рейтинговой оценки качества образования // Вестник УГАТУ. 2009. Т. 12, № 1(30). С. 96–102.

6. Формирование и применение системной модели организации в аспекте справочника по управлению бизнес-процессом / Г. Г. Куликов [и др.]. Уфа: УГАТУ, 2006. С. 43–48.

7. Куликов Г. Г., Конев К. А., Суворова В. А. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие. Уфа: УГАТУ, 2011. 165 с.

## ОБ АВТОРАХ

**Конев Константин Анатольевич**, доц. каф. АСУ. Дипл. магистр техники и технологии по распредел. инф. системам (УГАТУ, 2000). Канд. техн. наук по АСУ (УГАТУ, 2004). Иссл. в области проектирования инф.-упр. систем, систем менеджмента качества, качества в образовании, квалиметрии.

**Булгычева Анна Александровна**, магистрант той же каф., нач. отдела менеджмента качества ОАО УНПП «Молния». Дипл. инженер (УГНТУ, 1999). Иссл. в области систем менеджмента качества, автоматизации и квалиметрии.