

УДК 658.56; 336.532.3

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-2-0-4

Бузов П.А.<sup>1</sup>  
Жихарев А.Г.<sup>2</sup>  
Маторин С.И.<sup>3</sup>

**ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОЙ АНАЛИЗ  
ДЛЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА**

<sup>1)</sup> АО «СофтКоннект», ул. Студенческая д. 19, корпус 2, г. Белгород, 308023, Россия

<sup>2)</sup> Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, 46, Белгород, 308012, Россия

<sup>3)</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, Белгород, 308015, Россия

*e-mail: info@softconnect.ru, zhikharev@bsu.edu.ru*

**Аннотация**

В статье рассматривается актуальная задача совершенствования функционально-стоимостного анализа в интересах внедрения системы менеджмента качества, так как традиционное понимание этого анализа не удовлетворяет всем требованиям управления качеством. Для решения поставленной задачи применен системно-объектный подход, позволяющий представить систему в виде элемента «Узел-Функция-Объект» (функционального объекта), учитывающего более широкий спектр входных и выходных связей. В результате проведенного исследования разработана усовершенствованная методика функционально-стоимостного анализа, соответствующая требованиям стандарта ИСО 9001:2015, и позволяющая более точно учитывать расходы, необходимые для получения конечного продукта. Приведен пример декомпозиции производственного процесса средствами системно-объектного подхода, что позволило представить производственный процесс более подробно и адекватно, в соответствии с требованиями системы менеджмента качества и реальными входными и выходными связями процессов, выполняемых функциональными объектами.

**Ключевые слова:** система менеджмента качества; функционально-стоимостной анализ; системно-объектный подход; функциональный блок; функциональный объект; декомпозиция

**Для цитирования:** Бузов П.А., Жихарев А.Г., Маторин С.И. Функционально-стоимостной анализ для системы менеджмента качества // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №2, 2022. – С. 35-41. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-2-0-4

Buzov P.A.<sup>1</sup>  
Zhikharev A.G.<sup>2</sup>  
Matorin S.I.<sup>3</sup>

**FUNCTIONAL-COST ANALYSIS  
FOR THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM**

<sup>1)</sup> AO "Softconnect" (Close Joint-stock Company), 19-2 Studencheskaya St., Belgorod, 308023, Russia

<sup>2)</sup> Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 46 Kostyukova St., Belgorod, 308012, Russia

<sup>3)</sup> Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

*e-mail: info@softconnect.ru, zhikharev@bsu.edu.ru*

**Abstract**

The article deals with the urgent task of improving the functional cost analysis in the interests of introducing a quality management system, since the traditional understanding of this analysis does not meet all the requirements of quality management. To solve the problem, a system-object approach was used, which allows presenting the system as an element "Node-Function-Object" (functional object), taking into account a wider range of input and output connections. As a result of the study, an improved method of functional cost analysis has been developed that meets the requirements of ISO 9001:2015 and allows more accurate accounting of the costs necessary to obtain the final product. An example of the decomposition of the production process by means of a system-object approach is given, which made it possible to present the production process in more detail and adequately, in accordance with the requirements of the quality management system and the real input and output links of the processes performed by functional objects.

**Keywords:** quality management system; functional cost analysis; system-object approach; functional block; functional object; decomposition

**For citation:** Buzov P.A., Zhikharev A.G., Matorin S.I. Functional-cost analysis for the quality management system // Research result. Information technologies. – Т.7, №2, 2022. – Р. 35-41. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-2-0-4

## **ВВЕДЕНИЕ**

В рыночных условиях качество является основой конкурентоспособности организаций. Опросы показывают, что 80% потребителей ставят качество на первое место при принятии решения о покупке, а в 40% случаев качество является приоритетным фактором при выборе поставщика. Для обеспечения качества нужны не только современные материально-техническая база, заинтересованный квалифицированный персонал, но и четкая система управления. По утверждению Дж. Джурана, за 85% проблем качества отвечает система качества, а за остальные 15% — исполнители. Э. Деминг отмечал, что 96% качества — это ответственность системы, на долю исполнителя приходится лишь 4%. В связи с этим в настоящее время сложилась тенденция внедрения в организациях производственной и непроизводственной сферы систем менеджмента качества (СМК), на которые возлагается основная ответственность за качество. Внедрение СМК на предприятиях гарантирует постепенный рост показателей эффективности их деятельности. Базой СМК являются стандарты ИСО серии 9000, на основе которых формируются интегрированные системы управления [1, 2].

Основой СМК является управление всеми процессами организации, т.е. СМК базируется на процессном подходе в соответствии с требованиями стандарта ИСО 9001:2015 [3], в котором процесс рассматривается как «совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, использующие входы для получения намеченного результата» [4]. Таким образом, повышение эффективности деятельности любой организации должно осуществляться путем совершенствования происходящих в ней процессов.

Для обеспечения совершенствования процессов организации необходимо иметь возможность измерять их стоимость и стоимость получаемых с их помощью результатов. Такую возможность обеспечивает, так называемый, функционально стоимостной анализ (ФСА), применение которого позволяет представить информацию по менеджменту качества в виде финансовых показателей [2, 5-7].

Рассмотрим существующие возможности ФСА и их соответствие требованиям СМК.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОЙ АНАЛИЗ И ЕГО СООТВЕТСТВИЕ СМК**

ФСА — это инструмент управления процессами, измеряющий стоимость их выполнения. Если финансовые и бухгалтерские методы определяют затраты на некоторый вид деятельности лишь по категориям расходов, то ФСА показывает стоимость выполнения всех этапов процесса. Традиционные системы расчета затрат больше ориентированы на организационную структуру, а не на существующий процесс. Ориентированный на процессы метод ФСА дает менеджерам возможность наиболее точно провести соответствие между потребностями в ресурсах и доступными мощностями, а, следовательно, повысить производительность. Таким образом, ФСА — это «операционно-ориентированный» метод, альтернативный бухгалтерским финансовым методам, который, в отличие от них [2]:

1) предоставляет информацию в форме, понятной для персонала предприятия, непосредственно участвующего в бизнес-процессе;

2) распределяет накладные расходы в соответствии с детальным просчетом использования ресурсов, подробным представлением о процессах и их влиянием на себестоимость, а не на основании прямых затрат или учета полного объема выпускаемой продукции.

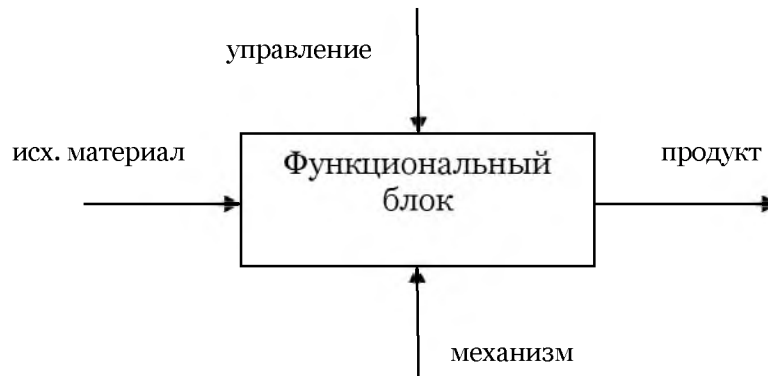
Рассмотрим процедуру определения стоимости при проведении ФСА с использованием системно-структурного подхода (см. рис. 1 и 2).

В рамках системно-структурного подхода ФСА базируется на трех принципах [2]:

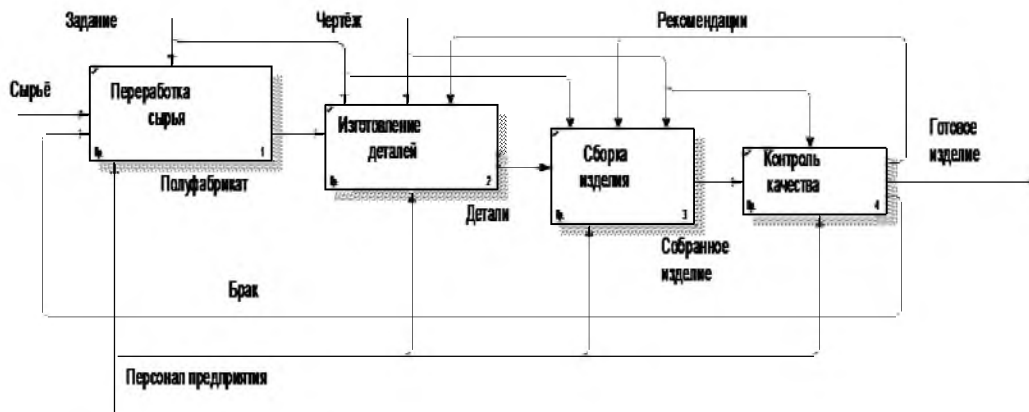
1. Процесс характеризуется числом, которое представляет собой стоимость его выполнения.

2. Стоимость процесса, который не имеет декомпозиции, определяется разработчиком системы.

3. Стоимость процесса, который имеет декомпозицию, определяется как сумма стоимостей всех подпроцессов на данном уровне декомпозиции.



*Рис. 1. Системно-структурная модель процесса на примере стандарта IDEF0*  
*Fig. 1. System-structural model of the process using the IDEF0 standard as an example*



*Рис. 2. Пример системно-структурной декомпозиции производственного процесса*  
*Fig. 2. Example of a system-structural decomposition of the production process*

При этом подаваемый на вход процесса «исходный материал» может представлять собой как материальные объекты, так и информацию, которые перерабатываются процессом для получения на выходе соответствующего «продукта». На вход «управление» всегда подается только информация, которая, как правило, содержится в документах (законы, стандарты, чертежи, технические задания, приказы, распоряжения, заявки, планы и т.д.). Эта информация не перерабатывается процессом, но обеспечивает его соответствие и соответствие продукта определенным требованиям. На вход «механизм» подается то, с помощью чего преобразуются материальные объекты или обрабатывается информация и получается требуемый продукт (оборудование, сотрудники и т.д.).

В соответствии со сказанным выше стоимость продукта на выходе некоторого процесса определяется с помощью ФСА в рамках системно-структурного подхода как сумма стоимости исходного материала, поступающего на вход процесса, стоимости управления процессом и стоимости используемого процессом механизма. Следовательно, в данном случае стоимость продукта определяется следующим соотношением:

$$\text{Спродукта} = \text{Сисх.мат.} + \text{Суправ.} + \text{Смехан.}$$

Анализ публикаций различных авторов, освещающих в своих работах методологию проведения ФСА, например, [5-8] свидетельствует о том, что в настоящее время методика ФСА не полностью удовлетворяет требованиям СМК. Например, выполнение любого процесса, согласно

стандарту ИСО 9001:2015 (п. 4.2.4.), всегда должно сопровождаться созданием записей (документов) в виде журналов, наряд-заказов, накладных, актов, отчетов, т.е. на выходе процесса, кроме продукта, должна быть еще и отчетная информация. Однако стоимость изготовления отчетной информации традиционным ФСА не учитывается. При этом о наличии на входе, кроме исходного материала, обеспечивающей информации, а на выходе, кроме продукта, отчетной информации утверждается, например, в работах [4, 9]. «На входе процесса может быть материальный объект или информация. Но материальный объект обычно сопровождается информацией об его свойствах, поэтому часто приходится иметь дело с комбинацией материальных и информационных входов. На выход процесса также обычно поступает информация или материальный объект, сопровождаемый информацией об его свойствах, и отчетные документы, содержащие свидетельства деятельности, осуществленной в ходе процесса» [4, с. 3].

Отсутствие учета расходов на отчетную информацию, а также еще некоторых расходов, с точки зрения авторов, обусловлено тем фактом, что к ФСА до сих пор не применялся современный системно-объектный подход.

### **ПРИМЕНЕНИЕ К ФСА СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНОГО ПОДХОДА**

В рамках системно-объектного подхода система рассматривается как триединая конструкция «Узел-Функция-Объект» (УФО-элемент), т.е. одновременно как структурный элемент (перекресток связей, узел), функциональный элемент (процесс, преобразующий вход в выход в данном узле) и материальный элемент (объект, реализующий процесс данного узла). Системно-объектный подход позволяет перейти от рассмотрения взаимосвязанных функциональных блоков (процессов) при системно-структурном моделировании к рассмотрению взаимосвязанных функциональных объектов, реализующих процессы в рамках некоторой структуры, при системно-объектном моделировании.

Таким образом, в рамках данного подхода части и деятельность организации могут быть представлены более полноценно и всесторонне по сравнению с системно-структурным подходом, что позволяет устранить отмеченные выше недостатки с точки зрения соответствия ФСА требованиям СМК. Это достигается путем усовершенствования, предложенного в работе [10] абстрактного образа системы как УФО-элемента в виде функционального объекта, представленного на рисунке 3.

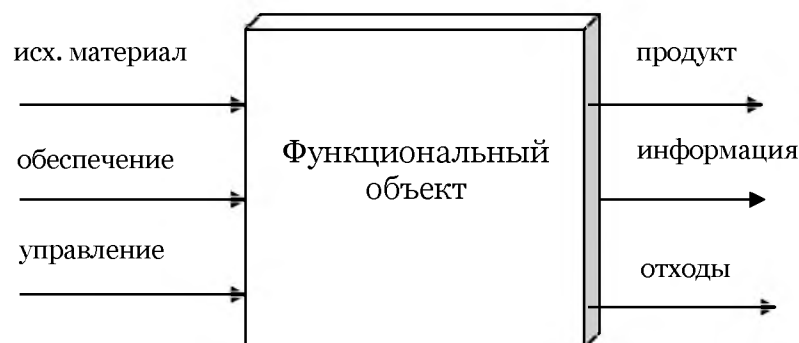


Рис. 3. Элемент системно-объектной модели «Узел-Функция-Объект»

Fig. 3. Element of the system-object model "Unit-Function-Object"

В данном случае подаваемый на вход процесса «исходный материал» так же может представлять собой как материальные объекты, так и информацию, которые перерабатываются процессом для получения на выходе соответствующего «продукта». На вход «управление» так же всегда подается только информация, которая, как правило, содержится в документах (законы, стандарты, чертежи, технические задания, приказы, распоряжения, заявки, планы и т.д.). Эта информация так же не перерабатывается процессом, но обеспечивает его соответствие и соответствие продукта определенным требованиям. В дополнение к этим входам учитывается

вход «обеспечение», по которому может подаваться информация об исходном материале (см. [4, 9]) или материальное, например, энергетическое обеспечение работы функционального объекта. Вместо входа «механизм» используется характеристика функционального объекта, который, собственно, и выполняет данный процесс, представляя собой оборудование или сотрудников. Выход «информация» обеспечивает получение отчетной информации о процессе и продукте в виде записей (документов: журналов, наряд-заказов, накладных, актов, отчетов и т.д.) в соответствии с требованиями стандарта ИСО 9001:2015 (п. 4.2.4.). Выход «отходы» обусловлен тем известным фактом, что любая деятельность связана с отходами и побочными продуктами, которые могут иметь и свою потребительскую стоимость.

Таким образом, в рамках системно-объектного подхода стоимость продукта на выходе некоторого процесса определяется с помощью усовершенствованной методики ФСА как сумма стоимости исходного материала, поступающего на вход функционального объекта, стоимости управления этим объектом, стоимости обеспечения (информационного или материального), стоимости эксплуатации функционального объекта (амортизация оборудования, зарплата сотрудников и т.д.), стоимости отчетной информации и стоимости отходов (которые могут общую стоимость как увеличивать, так и уменьшать). Следовательно, в данном случае стоимость продукта определяется следующим соотношением:

$$\text{Спродукта} = \text{Сисх.мат.} + \text{Суправ.} + \text{Собесп.} + \text{Сэксп.объекта} + \text{Синформ.} \pm \text{Сотх.}$$

Системно-объектная декомпозиция производственного процесса в виде структуры взаимодействующих элементов «Узел-Функция-Объект» с учетом потоков/связей, соответствующих рисунку 3, позволяет представить производственный процесс более подробно и адекватно, в соответствии с требованиями СМК и реальными входными и выходными связями процессов, выполняемых функциональными объектами (см. рис. 4).

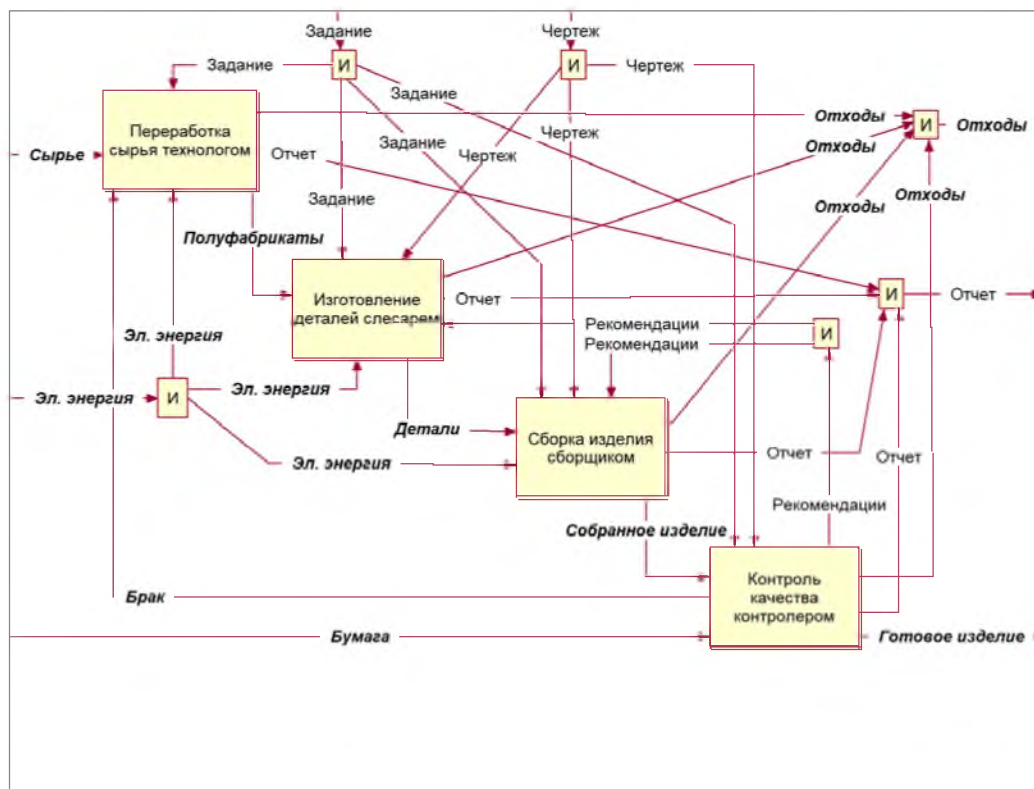


Рис. 4. Пример системно-объектной декомпозиции производственного процесса  
Fig. 4. Example of system-object decomposition of the production process

Таким образом, применение системно-объектного подхода к ФСА обеспечивает устранение его несоответствия требованиям СМК и дополнительно позволяет создавать модели деятельности организации, более адекватно описывающие взаимодействие ее элементов.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе проведенного исследования установлено, что традиционная методика ФСА не удовлетворяет всем требованиям стандарта СМК. Показано, что причиной несоответствия методики ФСА требованиям СМК является использование устаревшего системно-структурного подхода. На основе системно-объектного подхода предложен абстрактный образ системы в виде функционального объекта аналогичного функциональному блоку IDEF0, но учитывающего большее количество реально существующих входных и выходных связей. Использование такого функционального объекта позволило усовершенствовать методику ФСА, обеспечив учет всех требований стандартов СМК. Применение системно-объектного подхода для декомпозиции производственного процесса в виде структуры взаимодействия упомянутых функциональных объектов показало большую адекватность модели в части учета взаимодействия процессов по сравнению с системно-структурными моделями.

### **БЛАГОДАРНОСТИ**

Исследования выполнены при финансовой поддержке проекта Российского фонда фундаментальных исследований № 19-29-01047мк.

### **Список литературы**

1. Петренко С. Защищенная виртуальная частная сеть: современный взгляд на защиту конфиденциальных данных // Мир Internet. М. 2001. № 2.
2. Файльнер М. Виртуальные частные сети нового поколения LAN // Журнал сетевых решений. М. 2005. № 11.
3. Фратто М. Секреты виртуальных частных сетей. Сети и системы связи // Emergent Actors in World Politics: How States and Nations Develop and Dissolv. Princeton University Press. 1997. № 3.
4. Иванов М. А. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях. М. КУДИЦ-Образ. 2001.
5. Колесников О. Linux: создание виртуальных частных сетей (VPN): пер. с англ. / О. Колесников, Б. Хетч. М. КУДИЦ-Образ. 2004. 459 с.
6. M. W. Youssef, Hazem El-Gendy. Securing Authentication of TCP/IP Layer Two By Modifying Challenge-Handshake Authentication Protocol // Advanced Computing: An International Journal. 2012. P. 11.
7. Rand Morimoto, Kenton Gardinier, Michael Noel and Joe Coca. Microsoft Exchange Server 2003 Unleashed. 2003. P. 244.
8. Kaufman. C., Perlman. R., и Specimer. M., Network Security: Private Communications in a Public World // Prentice Hall. 1995.

### **References**

1. Petrenko S. Protected virtual private network: a modern view on the protection of confidential data // World of the Internet. M. 2001. No. 2.
2. Faylner M. Virtual private networks of the new generation LAN // Journal of Network Solutions. M. 2005. No. 11.
3. Fratto M. Secrets of virtual private networks. Networks and communication systems // Emergent Actors in World Politics: How States and Nations Develop and Dissolv. Princeton University Press. 1997. No. 3.
4. Ivanov M. A. Cryptographic methods of protecting information in computer systems and networks. M. KUDITs-Obraz. 2001.
5. Kolesnikov O. Linux: the creation of virtual private networks (VPN): per. from English. / O. Kolesnikov, B. Hatch. M. KUDITs-Obraz. 2004. 459 p.
6. M.W. Youssef, Hazem El-Gendy. Securing Authentication of TCP/IP Layer Two By Modifying Challenge-Handshake Authentication Protocol // Advanced Computing: An International Journal. 2012. P. 11.
7. Rand Morimoto, Kenton Gardinier, Michael Noel and Joe Coca. Microsoft Exchange Server 2003 Unleashed. 2003. P. 244.

8. Kaufman. C., Perlman. R., and Speciner. M., Network Security: Private Communications in a Public World // Prentice Hall. 1995.

**Бузов Павел Андреевич**, генеральный директор АО «СофтКоннект»

**Жихарев Александр Геннадиевич**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

**Маторин Сергей Игоревич**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных и робототехнических систем

**Buzov Pavel Andreevich**, Director of AO “Softconnect” (Close Joint-stock Company)

**Zhikharev Alexander Gennadievich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Engineering and Automated Systems Software

**Matorin Sergey Igorevich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information and Robotic Systems