

# Экономико-математические методы и модели Economic & mathematical methods and models

Обзорная статья

УДК 005.52:004.415.2+338:004

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15507>



## РАЗВИТИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

**В.С. Князькова**  

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
Минск, Республика Беларусь

 [veronika\\_@tut.by](mailto:veronika_@tut.by)

**Аннотация.** В настоящее время стремительно набирают обороты процессы цифровизации и информатизации всех сфер жизни человека и общества. Разумеется, на них оказывают влияние многие факторы. Тем не менее в их основе лежит развитие аппаратной (технической) составляющей наравне с процессами разработки и внедрения программного обеспечения. Бурный рост информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), а также вызванное им развитие цифровой экономики и электронного бизнеса привело в свою очередь к росту занятых в данном секторе национальных экономик стран мира. Особого внимания требуют проблемы организации бизнес-процессов в компаниях, работающих в сфере информационных технологий (ИТ), а также экономическое обоснование принимаемых управленческих решений и оценка их эффективности. На сегодняшний день наука и практика менеджмента разработала комплекс теоретико-методологических подходов к решению вышеуказанных проблем, который, конечно же, может с успехом использоваться и в практике управления ИТ-компаниями. Известно, что менеджмент ИТ-компаний использует отлично зарекомендовавший себя инструментальный бережливый производственный, 6 сигм, графики Ганта, диаграммы Исикавы и др. При этом существует ряд методик (например, функционально-стоимостной анализ (ФСА)), которые не получили должного распространения в ИТ-компаниях, несмотря на то, что они обладают серьезным потенциалом для проведения технико-экономического анализа. В данной статье предпринята попытка провести обзор истории создания и развития ФСА в США и в СССР. Далее, с одной стороны, показаны возможности использования в менеджменте ИТ компаний такого инструмента, как ФСА, и, с другой стороны, в силу сложившихся на сегодняшний день терминологических нестыковок, проанализирована правомерность использования понятийно-категориального аппарата, который относится к предметной области ФСА. Речь идет о следующих терминах: «функционально-стоимостной анализ», «стоимостной анализ», «поэлементный анализ», «стоимостная инженерия», «управление стоимостью». Результаты исследования позволяют утверждать о целесообразности использования инструментария ФСА при разработке программных продуктов.

**Ключевые слова:** функционально-стоимостной анализ, стоимостной анализ, управление стоимостью, цифровизация

**Для цитирования:** Князькова В.С. Развитие функционально-стоимостного анализа и особенности его применения при проектировании программных продуктов // Π-Economy. 2022. Т. 15, № 5. С. 111–121. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15507>



## DEVELOPMENT OF VALUE ANALYSIS AND FEATURES OF ITS APPLICATION IN SOFTWARE PRODUCTS DESIGN

V.S. Knyazkova  

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,  
Minsk, Belarus

 veronika\_@tut.by

**Abstract.** At present moment, the processes of digitalization and informatization of all spheres of human life and society are rapidly gaining momentum. Of course, many factors influence them. Nevertheless, they are based on the development of the hardware (technical) component along with the development and implementation of software. The rapid growth of information and communication technologies (ICT), as well as the development of the digital economy and e-business, in turn led to an increase of the employees in this sector in the national economies across the world. Particular attention should be paid to the problems of organizing business processes in companies operating in the field of information technology (IT), as well as the economic justification of managerial decisions and evaluation of their effectiveness. To date, the science and practice of management has developed a set of theoretical and methodological approaches to solving the above problems, which, of course, can be successfully used in the practice of managing IT companies. It is known that the management of IT companies uses the well-proven tools of lean manufacturing, 6 sigma, Gantt charts, Ishikawa charts, etc. At the same time, there are a number of techniques (for example, functional cost analysis (or value analysis, VA)) that have not received proper distribution in IT-companies, despite the fact that they have serious potential for conducting a feasibility study. This article attempts to review the history of the creation and development of the VA in the USA and the USSR. Further, on the one hand, the possibilities of using such a tool as the VA in the management of IT companies are shown, and, on the other hand, due to the current terminological inconsistencies, the legitimacy of using the conceptual and categorical apparatus, which belongs to the subject area of the VA, is analyzed. We are talking about the following terms: “functional-cost analysis”, “cost analysis”, “elemental analysis”, “cost engineering”, “cost management”. The results of the study allow us to state the expediency of using the VA tools in the development of software products.

**Keywords:** value analysis, cost analysis, cost management, digitalization

**Citation:** V.S. Knyazkova, Development of value analysis and features of ITS application in software products design, *П-Economy*, 15 (5) (2022) 111–121. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15507>

### Введение

Процессы развития информационного общества, цифровизации, информатизации, автоматизации по их влиянию на теорию менеджмента на наш взгляд можно сравнить с процессами, происходящими столетие назад, на рубеже XIX–XX веков, когда под воздействием научно-технического прогресса ускорились темпы экономического развития, что привело к переходу от сравнительно небольших предприятий к крупному машинному производству, в котором было занято большое количество рабочих [4, 12]. Дальнейшие процессы концентрации капитала и производства привели к еще большему укрупнению предприятий, а также к объединению их, например в картели, тресты, синдикаты. Именно в этот период зарождается наука управления людьми – менеджмент – в современном ее понимании. Начинаются исследования, целью которых является определение принципов и методов управления большим числом людей.

Происходящие сегодня преобразования создают новую, цифровую экосистему [1, 25], трансформируя целые отрасли экономики (например, логистика [2]), внося свою специфику в оценку производительности труда персонала [3, 18], в требования к компетенциям специалистов [15, 26], в целом формируя новое парадигмальное управленческое пространство [16, 17]. Тем не ме-



нее современная ситуация с менеджментом в ИТ-организациях, на наш взгляд, в определенной степени напоминает фабрику начала XX века. С одной стороны, имеются технологии, техника, персонал. С другой – не совсем понятно, как решить в общем-то рутинные для менеджера XIX века задачи, например как *экономически обоснованно* рассчитать затраты на персонал, который требуется для выполнения определенного проекта; как установить сотрудникам дневные нормы выработки (задания); как оценить производительность их труда; как экономически обосновать целесообразность включения в разрабатываемое программное обеспечение (ПО) определенный пользовательский функционал; и, наконец, как оценить эффективность процесса разработки программного обеспечения в целом. Возможно, постановка таких вопросов читателю покажется неуместной с учетом тех существующих методических, научных, практических наработок экономистов. И тем не менее, очень часто менеджер ИТ-проекта при ответе на вышепоставленные вопросы полагается исключительно на свой опыт и интуицию. И здесь мы предлагаем вспомнить тот факт, что, пожалуй, важнейшим отличием современной ситуации в менеджменте ИТ-компаний от менеджмента фабрики начала XX века заключается в том, что за прошедшее столетие в парадигме теории и практики менеджмента были разработаны многочисленные методологические аксиомы и практические рекомендации. Большинство из них имеет универсальный характер и может быть с успехом использовано не только на промышленном предприятии, но и в компании, занимающейся разработкой ПО. Отметим, что в практике менеджмента ИТ-компаний уже используется и отлично зарекомендовал себя инструментарий бережливого производства, 6 сигм, графики Ганта, диаграммы Исикавы и др. Тем не менее, в экономической науке и практике существует методический инструментарий, который, к сожалению, сегодня недостаточно широко используется в менеджменте ИТ организаций. К таковому, на наш взгляд, относится функционально-стоимостной анализ (ФСА).

Исходя из вышесказанного, *объектом* настоящего исследования выступает ФСА, *предметом* исследования – использование ФСА при проектировании ПО. Главная *цель исследования* состоит в определении направлений использования ФСА при проектировании программного обеспечения. Основными задачами исследования являются следующие. Во-первых, в силу сложившихся на сегодняшний день терминологических нестыковок проанализировать правомерность использования понятийно-категориального аппарата, который относится к предметной области ФСА. Речь идет о следующих терминах: «функционально-стоимостной анализ», «стоимостной анализ», «поэлементный анализ», «стоимостная инженерия», «управление стоимостью». И, во-вторых, систематизация направлений использования ФСА при проектировании программного обеспечения. Отметим, что поставленные цель и задачи исследования обуславливают его обзорный характер.

### **Методы исследования**

Методологическую основу данного исследования составляют методы теоретического и эмпирического познания: индукции и дедукции, исторической периодизации, анализа, синтеза, ретроспективный и эвристические методы. Для изучения аспектов эвентуальности и особенностей применения ФСА при проектировании программных продуктов использовались общенаучные подходы: структурно-функциональный, системный и комплексный.

### **Полученные результаты и обсуждение**

#### *История ФСА*

Появление ФСА напрямую связано с историей развития стоимостного анализа, который был разработан Лоуренсом Делосом Майлзом. Л. Майлз работал в отделе снабжения американской электротехнической компании «Дженерал Электрик». После Второй мировой войны компания переориентировалась с военных заказов на рынок товаров народного потребления, на котором

была высокая конкуренция. Кроме того, инженеры и промышленные дизайнеры «Дженерал Электрик» столкнулись с определенным дефицитом материалов и комплектующих, требуемых для изготовления продукции, что привело к необходимости внесения изменений в техническую документацию производимых изделий. Иногда замена была равноценной, иногда – нет. Г. Эрлихер, вице-президент по закупкам «Дженерал Электрик», поручил Л. Майлзу изучить вопросы замены дефицитных на тот момент материалов, а также оценить целесообразность проведения такого рода замен. В декабре 1947 года Л. Майлз представил разработанный им метод отделу закупок «Дженерал Электрик». Г. Эрлихер был так впечатлен, что пригласил вице-президента по инжинирингу Г. Винна и поделился с ним идеями Л. Майлза. Г. Винн, в свою очередь, был поражен гениальностью предложенного метода и спросил у Л. Майлза, как тот собирается его назвать. Так как Л. Майлз не думал об этом, то Г. Винн предложил назвать его «стоимостной анализ» (value analysis, VA), сказав: «Это лучший метод, позволяющий снизить издержки при сохранении качества, который я когда-либо видел». Так 1947 год ознаменовался появлением стоимостного анализа [31].

Здесь следует отметить, что при переводе с английского языка термина «value» как «стоимость» несколько теряется его семантический смысл. Английский термин «value» шире, чем «стоимость». «Value» означает также ценность, важность объекта. На сегодняшний день «value» является отправной точкой анализа как товаров (услуг), так и бизнес-процессов и компаний в целом; отдельной областью исследований являются аспекты ценности, создаваемой в цифровой экономике [14, 27–29, 32].

Стоимостной анализ стал называться стоимостной инженерией в 1953 г. Изменение наименования связана исключительно с бюрократическими процедурами. Дело в том, что в 1953 г. Л. Майлза пригласили провести презентацию своего метода в Управлении по кораблестроению США. Глава Управления, адмирал Уилсон Д. Легетт, принял решение внедрить стоимостной анализ в деятельность своего Управления. Для этого было необходимо ввести в штат специалистов по стоимостному анализу, но в штатном расписании Управления не было должности аналитика, и Л. Майлз посоветовал возложить функции по применению стоимостного анализа на инженерный департамент. Так стоимостной анализ стал называться стоимостной инженерией (value engineering, VE). Вот почему часто в литературе также можно встретить двойное наименование VA/VE [33].

Пожалуй, с этого момента начинается активное распространение стоимостного анализа в США, и позднее в странах с развитой рыночной экономикой. В 1959 году было создано Общество американских инженеров-специалистов по стоимостному анализу (Society of American Value Engineers, SAVE), ставшее впоследствии международным (SAVE International). В начале 1960-х годов стоимостной анализ внедряется в работу еще трех департаментов Министерства обороны США. Более того, Министерство начало требовать использование стоимостного анализа и от подрядчиков – без результатов VA/VE не подписывались контракты на поставку вооружения, оборудования и т.п. Экономическая эффективность использования метода в итоге привела к тому, что его использование стало практически обязательным для компаний, которые хотят получить крупные государственные контракты в различных сферах.

Использование VA/VE для различных бизнес-процессов привело к появлению таких терминов, как [34, с. 9–11]: VC (value control) – контроль за стоимостью; применялся в тех программах, в которых контроль качества и издержки на него составляли значительную часть затрат; VB (value buying) – приобретение стоимости; применялся на ранних этапах внедрения VA/VE, когда основной акцент делался на использовании стоимостного анализа специалистами по закупкам; VR (value research) – исследование стоимости; областью применения стали главным образом научные лаборатории; VI (value improvement) – повышение стоимости; использовался, когда компания работала над стратегией улучшения продукции, а также в случае вывода продукции на определенный сегмент рынка.



В дополнение к данным терминам в теории и практическом применении стоимостного анализа также появился и стал активно использоваться термин VM (value management). Его обычно переводят на русский язык как управление стоимостью. Первоначальная идея, которая стояла за данным термином, заключалась в том, что метод управления стоимостью не принадлежит какой-либо одной области знаний, напротив, он может быть успешно использован для повышения эффективности во всех экономических сферах деятельности. Развитие теоретических концепций и практического инструментария в области стратегического менеджмента способствовали тому, что на сегодняшний день понятие управления стоимостью используется наравне со стоимостным анализом. Некоторые исследователи считают, что управление стоимостью относится к стратегическому уровню менеджмента, в то время как «классический» стоимостной анализ относится к тактическому уровню менеджмента [36].

#### *Развитие ФСА в СССР*

В Советском Союзе также появились и развивались идеи, схожие с идеями Л. Майлза. Еще до начала Второй мировой войны, в 1930-х годах, советский авиаконструктор итальянского происхождения Р.Л. Бартини создал методику, основывающуюся на построении функциональной модели. Но так как разработки Р. Бартини применялись в самолетостроении, они были засекречены и не получили широкого распространения. Над схожей проблематикой работали также исследовательские коллективы под руководством И.Ф. Тевосяна (в сфере металлургического производства, 1930-е гг.), С.А. Лавочкина (создание в 1942 году в г. Горьком одномоторного истребителя Ла-5) и др. [20]. Научно-практический прорыв в данной области в СССР связан с именем Юрия Михайловича Соболева. Ю.М. Соболев был инженером-конструктором Пермского телефонного завода. Он искал более экономичные способы изготовления изделия в рамках существующего конструкторского решения. Предложенный им поэлементный анализ для совершенствования узла крепления микрофона телефонной трубки в конце 1940-х годов позволил добиться сокращения перечня деталей на 70%, расхода материалов на 42%, трудоемкости на 69%. В результате применения новых методов себестоимость узла снизилась в 1,7 раза.

В чем же отличие предложенных методик Ю.М. Соболева и Л. Майлза? О.А. Склярова полагает, что основная задача «поэлементного анализа» Ю.М. Соболева заключается в поиске более экономичных способов изготовления изделия преимущественно в рамках существующего конструкторского решения, в то время как в основе стоимостного анализа Л. Майлза лежит функция, а исходная конструкция рассматривается лишь как один из возможных вариантов осуществления изделием своих функций [20, с. 212].

Отметим, что работы Ю.М. Соболева нашли широкий отклик в печати в 1948–1952 гг. и привлекли внимание зарубежных специалистов<sup>1</sup>. Именно с этого момента, как считают исследователи, в СССР появился анализ, который сегодня принято называть функционально-стоимостным.

Здесь, собственно, на наш взгляд кроется весьма интересный вопрос – откуда взялось название «функционально-стоимостной анализ»? Л. Майлз использовал термины «стоимостной анализ», «стоимостная инженерия», Ю.М. Соболев – «поэлементный анализ». Причем тут функционально-стоимостной анализ? Такая терминологическая путаница, продолжающаяся до сих пор, возникла в советской научной литературе два десятилетия спустя внедрения разработок и Л. Майлза, и Ю.М. Соболева и, к сожалению автора данной статьи, сохраняется и до сих пор в русскоязычной литературе. Дело в том, что изыскания Л. Майлза по понятным политическим причинам не были доступны советским ученым и инженерам. Интерес к ним появился во времена т.н. «оттепели», в конце 1960-х. Одним из первых в СССР на метод стоимостного анализа обратил внимание Е.А. Грамп, который в 1970-х годах подготовил и опубликовал ряд аналитиче-

<sup>1</sup> Булаев Н.И., Юрасов А.Б. Поиск и принятие решений в проблемных ситуациях: Учебное пособие / Н.И. Булаев, А.Б. Юрасов. М.: МГИУ, 2005. 189.



ских обзоров и статей, описывающих помимо прочего сущность стоимостного анализа Л. Майлза и особенности его практического использования [6–9]. Е.А. Грамп перевел на русский язык «value analyses» как функционально-стоимостной анализ, и с тех пор (вплоть до наших дней) в русскоязычной литературе используется термин «функционально-стоимостной анализ» (ФСА). Очевидно, что перевод с лингвистической точки зрения, мягко говоря, некорректен. Скорее всего, Е.А. Грамп пытался в названии отразить сущность стоимостного анализа (и, в общем-то, ему это удалось). Тем не менее, сложившаяся терминологическая неточность вводит многих авторов в заблуждение. Многие даже ошибочно полагают, что ФСА является синонимом АВС-анализа (например, [13, с. 17]), который имеет к ФСА весьма отдаленное отношение. Разумеется, АВС-анализ может использоваться в процессе проведения ФСА, также, как факторный анализ, XYZ-анализ и др., но они ни в коем случае не равнозначны.

Таким образом, то, что мы привыкли называть ФСА, в мировой практике принято называть стоимостным анализом. Возможно, более корректно отказаться от аббревиатуры ФСА и использовать общемировой понятийный аппарат (VA, VE, VM), опять же, для избегания терминологической путаницы. С другой стороны, в русскоязычной научно-теоретической и методической практике данный термин устоялся, существует огромное число научных, практических, методических материалов, использующих термин ФСА. Представляется, что время расставит все по своим местам, и в научном обиходе останется наиболее подходящий термин. Но все же хочется вновь указать на ошибочность отождествления ФСА с чем-либо иным, кроме VA.

#### *Особенности применения ФСА при проектировании программных продуктов*

Проведенный выше экскурс в историю развития ФСА свидетельствует о том, что метод стоимостного анализа претерпел существенные эволюционные изменения с момента своего возникновения в 1940-х годах. Его дополнили специалисты из разных стран мира, обогатили опытом практического использования в различных сферах экономической жизни общества. Сегодня проводятся исследования на предмет использования ФСА в процессах разработки программного обеспечения. Для этого имеются все основания. ФСА представляет собой системный и структурированный методический подход к изучению, анализу и разработке мероприятий по повышению эффективности проектов, продукции, услуг, бизнес-процессов и пр. Задачей ФСА является нахождение оптимального баланса между функциональностью, производительностью, качеством, надежностью и стоимостью продукции и/или услуги, что в конечном счете приводит к достижению максимальной эффективности. Учитывая тот факт, что ФСА по сути представляет собой системный процесс, используемый междисциплинарной командой для повышения ценности проекта, продукта или бизнес-процесса посредством анализа функций [35], все вышеназванные этапы могут быть адаптированы для практического использования в процессах разработки программного обеспечения.

Основная идея, лежащая в основе ФСА, состоит в том, что покупатель приобретает не товар, а, скажем так, набор функций, который может быть реализован с его помощью. Аналогичным образом, в сфере информационных технологий пользователь приобретает не установочный файл с красивой иконкой, а функционал, призванный решить определенные задачи. ФСА позволяет определить значимость каждой функции, ее ценность/стоимость (ту самую value на английском языке), с одной стороны, и затраты на ее реализацию в товаре либо услуге (в том числе и в программном продукте) с другой стороны. Л. Майлз утверждал, что продукт или услуга обладают высокой ценностью для потребителя, если он выполняет базовое условие эффективности – достижение максимального значения в соотношении «результат-затраты». Соответственно, ценность можно увеличить двумя способами: либо снижая издержки (и, следовательно, цену), либо увеличивая функционал, разумеется, если потребитель готов платить за него.

Полагаем, что этот принцип должен быть положен в основу экономического обоснования разработки ПО. Отметим, что на данный момент разрабатываются и успешно внедряются на



практику подходы к разработке ПО, основанного на стоимостном анализе (например, Value-Based Software Engineering (стоимостной подход к разработке ПО, VBSE), Value Based Requirement Engineering (стоимостной подход к разработке технических требований, VBRE)) [11, 22–24, 30]. На начальном этапе разработки ПО целесообразно использовать VBRE, что позволяет максимизировать его ценность за счет формирования экономически обоснованного функционала программного продукта, а также технических требований, предъявляемых к нему. На следующем уровне управления VBRE «дополняется» инструментами VBSE, главной задачей которого является соединить в единую систему архитектурные решения в разработке ПО с тактическими и стратегическими бизнес-задачами. Такая задача достигается путем систематического анализа потребительской ценности технической разработки, что приводит к уточнению требований к архитектуре и качеству разрабатываемого ПО.

Полагаем, что этапы классического ФСА могут быть использованы в том числе при разработке ПО [4, 5, 10, 19–21, 37]<sup>2,3,4</sup>:

1) подготовительный этап: выбор объекта анализа, подбор рабочей группы, разработка и утверждение плана проведения анализа;

2) информационный этап: сбор технической, технико-экономической и прочей документации по заданию, изучение которой позволяет получить полное представление о назначении объекта, принципе работы, функциональности, себестоимости;

3) аналитический этап: проведение функционального анализа изделия/ПО, построение его компонентной, структурной, функциональной и функционально-стоимостной моделей;

4) творческий (креативный) этап: поиск идеи совершенствования изделия/ПО;

5) исследовательский этап (этап оценки): систематизация и анализ полученных идей, отбор тех решений, которые практически осуществимы и экономически целесообразны;

6) этап разработки: выбор одного (или нескольких) решений из числа полученных на предыдущих этапах, технико-экономическое обоснование их внедрения;

7) этап презентации: представление одного (или нескольких) отобранных решений для стейкхолдеров проекта;

8) этап внедрения: организация работ по внедрению предложенного решения, контроль процесса внедрения, оценка полученных результатов.

Отметим, что при использовании ФСА в процессах разработке ПО необходимо учитывать следующие факторы:

1) категория ПО – системное, прикладное или инструментальное;

2) степень коммерциализации ПО – разработанное для собственных нужд и/или для реализации;

3) конечный потребитель – индивид, организация, орган государственного управления;

4) модель разработки ПО – каскадная, инкрементная, спиральная и пр.

Данные факторы играют решающее значение при принятии решений на первых трех этапах (подготовительный, информационный, аналитический).

Системная реализация данных этапов позволяет институционализировать необходимую коммуникацию между стейкхолдерами проекта, активно вовлечь потенциальных потребителей в постановку целей, экономически обосновано включить маркетинговые и дизайнерские решения. В результате существенно снижается риск несоответствия между функционалом разработанного ПО и требованиями рынка. Таким образом, интеграция ФСА в процессы создания ПО позволяет

<sup>2</sup> Булаев Н.И., Юрасов А.Б. Поиск и принятие решений в проблемных ситуациях: Учебное пособие / Н.И. Булаев, А.Б. Юрасов. М.: МГИУ, 2005. 189.

<sup>3</sup> Печенегина Т.А. Функционально-стоимостный анализ (кейсы – примеры, задания, тесты): Учеб.-метод. пособие. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. 394 с.

<sup>4</sup> Щербаков В.А., Приходько Е.А. Основы финансового функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. 164 с.

повысить гибкость и качество разработки, при этом существенно снизить затрат, риски и время вывода продукта на рынок.

### **Заключение**

Проведенное исследование позволяет сформулировать ряд выводов.

1. Основы ФСА были заложены в 1940-х годах в США. Автором метода, который в русскоязычной литературе в настоящее время принято называть «функционально-стоимостной анализ», является Л. Майлз, и оригинальное его название – стоимостной анализ. Дальнейшее развитие стоимостного анализа в странах с развитой рыночной экономикой (США, Япония, страны Западной Европы) привело к появлению понятий «контроль за стоимостью», «приобретение стоимости», «повышение стоимости», «управление стоимостью».

Категория «функционально-стоимостной анализ» в советской экономической литературе появилась в 1970-х годах – именно так на русский язык была переведена с английского языка категория «value analyses». Таким образом, данные категории (стоимостной анализ и ФСА) равнозначны.

2. Системный подход, предлагаемый ФСА, целесообразно интегрировать в процессы разработки программного обеспечения, причем на всех его этапах, в особенности при формулировании требований к функционалу ПО, проектировании, эксплуатации и сопровождении.

### **Направления дальнейших исследований**

Представляется интересным рассмотреть особенности применения ФСА для разных видов ПО (например, для системного, прикладного и инструментального ПО), а также в зависимости от выбранной методологии разработки ПО (например, каскадная, гибкая, итерационная, инкрементальная и др. модель). Безусловно, актуальной является также проблематика интеграции ФСА в используемые на современном этапе технологии искусственного интеллекта, Big Data, Индустрии 4.0 и пр. Также на наш взгляд актуальными являются вопросы оценки экономической эффективности внедрения ФСА как на этапе разработки ПО, так и в бизнес-процессы, связанные с его коммерческой эксплуатацией.

## **СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. **Беляцкая Т.Н.** Методологические основы управления электронной экономической системой // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2018. № 2. С. 52–55.
2. **Беляцкая Т.Н., Фещенко С.Л.** Цифровая прослеживаемость: понятие и направления развития // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 4. С. 7–19.
3. **Боровская М.А., Масыч М.А., Федосова Т.В.** Резервы роста производительности труда в условиях цифровой трансформации // Terra Economicus. 2020. № 18 (4). С. 47–66.
4. **Вишневы В.** Цифровая экономика в условиях четвертой промышленной революции: возможности и ограничения // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2019. Т. 35. № 4. С. 606–627.
5. **Глухов В.В., Сюняева Д.А.** Проблемы моделирования как инструмента организационно-производственного инжиниринга на предприятии // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2014. № 5 (204). С. 89–96.
6. **Грамп Е.А.** Контроль издержек производства в промышленности США. М. : Информэлектро, 1973. 36 с.
7. **Грамп Е.А.** Опыт использования функционально-стоимостного анализа в промышленности США: Новые методы анализа и классификации функций. М. : Информэлектро, 1978. 40 с.
8. **Грамп Е.А.** Организация служб функционально-стоимостного анализа в промышленных фирмах США. М. : Отд-ние ВНИИЭМ по науч.-техн. информации в электротехнике, 1971. 51 с.





9. **Грамп Е.А., Карпунин М.Г., Юрьев В.О.** Опыт использования функционально-стоимостного анализа в европейских социалистических странах: новые сферы применения и совершенствование методики. М. : Информэлектро, 1982. 48 с.
10. **Данилина Е.И., Данилин В.Н.** Экономическая сущность функционально-стоимостного анализа в современных условиях хозяйствования // Вопросы региональной экономики. 2011. № 1(6). С. 3–14.
11. **Жуков В.И., Комаров М.М.** Использование системы веб-аналитики как основы для интеграции с СРА-сервисами // Бизнес-информатика. 2017. № 4 (42). С. 47–54.
12. **Зайченко И.М., Козлов А.В., Шитова Е.С.** Драйверы цифровой трансформации бизнеса: понятие, виды, ключевые стейкхолдеры // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2020. Т. 13. № 5. С. 38–49.
13. **Земляков Ю.Д., Артамонова Л.А., Саяпина Е.Д.** Оценки эффективности информационных систем на основе функционально-стоимостного анализа // Вестник Международной академии системных исследований. Информатика, экология, экономика. 2008. Т. 11, № 2. С. 16–19.
14. **Зиндер Е.З.** Направляемый ценностями инжиниринг предприятий // Бизнес-информатика. 2018. № 3 (45). С. 7–19.
15. **Кабалина В.И., Мондрус О.В.** Контекстуализация управления талантами в российских ИТ-компаниях // Российский журнал менеджмента. 2018. № 16 (1). С. 5–36.
16. **Клейнер Г.Б.** Гуманистический менеджмент, социальный менеджмент, системный менеджмент – путь к менеджменту XXI века // Российский журнал менеджмента. 2018. № 16 (2). С. 231–252.
17. **Литвинцева Г.П., Карелин И.Н.** Эффекты цифровой трансформации экономики и качества жизни населения в России // Terra Economicus. 2020. № 18 (3). С. 53–71.
18. **Марширов В.В., Марширова Л.Е.** Комплексная оценка индивидуального труда разработчиков программного обеспечения // Бизнес-информатика. 2013. № 2 (24). С. 55–62.
19. **Неганова Э.А., Марквирер В.Д., Плаксин М.А., Дерябин А.И.** Функционально-стоимостный анализ программного обеспечения киберфизической системы офисного здания // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2019. № 29. С. 7–31.
20. **Склярова О.А.** Генезис и условия применения функционально-стоимостного анализа // Финансовые исследования. 2019. № 4 (65). С. 210–221.
21. About the Value Methodology. URL: <https://www.value-eng.org/page/AboutVM> (accessed: 2022.04.03).
22. **Barney S., Aurum A., Wohlin C.** A product management challenge: Creating software product value through requirements selection. *Journal of Systems Architecture*, 2008, vol. 54, is. 6, pp. 576–593.
23. **Biffi S., Aurum A., Boehm B., Erdogmus H., Grünbacher P.** *Value-Based Software Engineering*. Springer, 2006. 388 p.
24. **Boehm B., Huang L.** *Value-Based Software Engineering: A Case Study*. *Computer*, 2003, vol. 36, no. 3, pp. 33–41.
25. **Cagé J., Hervé N., Viaud M.** The Production of Information in an Online World. *The Review of Economic Studies*, 2020, vol. 87, is. 5, pp. 2126–2164.
26. **Deming D., Noray K.** Earnings Dynamics, Changing Job Skills, and STEM Careers. *The Quarterly Journal of Economics*, 2020, vol. 135, is. 4, pp. 1965–2005.
27. **Elder-Vass D.** No price without value: towards a theory of value and price. *Cambridge Journal of Economics*, 2019, vol. 43, is. 6, pp. 1485–1498.
28. **Gregory R., Henfridsson O., Kaganer E., Kyriakou H.** Data Network Effects: Key Conditions, Shared Data, and the Data Value Duality. *Academy of Management Review*, 2022, vol. 47, no. 1, pp. 189–192.
29. **Gregory R., Henfridsson O., Kaganer E., Kyriakou H.** The Role of Artificial Intelligence and Data Network Effects for Creating User Value. *Academy of Management Review*, 2021, vol. 46, no. 3, pp. 534–551.
30. **Hasan S., Hasan M., Mahmood A., Alam M.** A Model for Value Based Requirement Engineering. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 2010, vol. 10, no. 12, pp. 171–177.
31. **King T.** *Value Engineering: Theory and Practice in Industry*. Miles Value Foundation, 2000. 195 p.
32. **Kraatz M., Flores R., Chandler D.** The Value of Values for Institutional Analysis. *Academy of Management Annals*, 2020, vol. 14, no. 2, pp. 474–512.

33. **Miles E.** Lawrence Delos Miles' 'Techniques of Value Analysis and Engineering'. Ekistics, 1989, vol. 56, no. 336/337, pp. 119–121.
34. **Parker D.** Value Engineering Theory: Lecture Outline and Reading Supplement. The Lawrence D. Miles Foundation, 2007. 188 p.
35. The Lawrence D. Miles Value Foundation. URL: <https://www.valuefoundation.org/home> (accessed: 2022.04.03).
36. Value management and value engineering. RICS guidance note. London : the Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), 2017. 19 p. URL: <https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/upholding-professional-standards/sector-standards/construction/black-book/value-management-and-value-engineering-1st-edition-rics.pdf> (accessed: 2022.04.03).
37. Value Methodology Glossary of Terms. URL: [https://cdn.ymaws.com/www.value-eng.org/resource/resmgr/education/vm\\_glossary\\_of\\_terms\\_2020925.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.value-eng.org/resource/resmgr/education/vm_glossary_of_terms_2020925.pdf) (accessed: 2022.04.03).

## REFERENCES

1. **T.N. Belyatskaya**, Metodologicheskiye osnovy upravleniya elektronnoy ekonomicheskoy sistemoy // Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravleniye. 2018. № 2. S. 52–55.
2. **T.N. Belyatskaya, S.L. Feshchenko**, Tsifrovaya proslezhivayemost': ponyatiye i napravleniya razvitiya // Nauchno-tehnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskkiye nauki. 2021. T. 14, № 4. S. 7–19.
3. **M.A. Borovskaya, M.A. Masyh, T.V. Fedosova**, Rezervy rosta proizvoditel'nosti truda v usloviyakh tsifrovoy transformatsii // Terra Economicus. 2020. № 18 (4). S. 47–66.
4. **V. Vishnevskiy**, Tsifrovaya ekonomika v usloviyakh chetvertoy promyshlennoy revolyutsii: vozmozhnosti i ogranicheniya // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika. 2019. T. 35. № 4. S. 606–627.
5. **V.V. Glukhov, D.A. Syunyayeva**, Problemy modelirovaniya kak instrumenta organizatsionno-proizvodstvennogo inzhiniringa na predpriyatii // Nauchno-tehnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskkiye nauki. 2014. № 5 (204). S. 89–96.
6. **Ye.A. Gramp**, Kontrol' izderzhek proizvodstva v promyshlennosti SSHA. M. : Informelektro, 1973. 36 s.
7. **Ye.A. Gramp**, Opyt ispol'zovaniya funktsional'no-stoimostnogo analiza v promyshlennosti SSHA: Novyye metody analiza i klassifikatsii funktsiy. M. : Informelektro, 1978. 40 s.
8. **Ye.A. Gramp**, Organizatsiya sluzhb funktsional'no-stoimostnogo analiza v promyshlennykh firmakh SSHA. M. : Otd-niye VNIIEEM po nauch.-tehn. informatsii v elektrotekhnike, 1971. 51 s.
9. **Ye.A. Gramp, M.G. Karpunin, V.O. Yur'yev**, Opyt ispol'zovaniya funktsional'no-stoimostnogo analiza v yevropeyskikh sotsialisticheskikh stranakh: novyye sfery primeneniya i sovershenstvovaniye metodiki. M. : Informelektro, 1982. 48 s.
10. **Ye.I. Danilina, V.N. Danilin**, Ekonomicheskaya sushchnost' funktsional'no-stoimostnogo analiza v sovremennykh usloviyakh khozyaystvovaniya // Voprosy regional'noy ekonomiki. 2011. № 1(6). S. 3–14.
11. **V.I. Zhukov, M.M. Komarov**, Ispol'zovaniye sistemy veb-analitiki kak osnovy dlya integratsii s CPA-servisami // Biznes-informatika. 2017. № 4 (42). – S. 47–54.
12. **I.M. Zaychenko, A.V. Kozlov, Ye.S. Shitova**, Drayvery tsifrovoy transformatsii biznesa: ponyatiye, vidy, klyuchevyye steykholders // Nauchno-tehnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskkiye nauki. 2020. T. 13. № 5. S. 38–49.
13. **Yu.D. Zemlyakov, L.A. Artamonova, Ye.D. Sayapina**, Otsenki effektivnosti informatsionnykh sistem na osnove funktsional'no-stoimostnogo analiza // Vestnik Mezhdunarodnoy akademii sistemnykh issledovaniy. Informatika, ekologiya, ekonomika. 2008. T. 11, № 2. S. 16–19.
14. **Ye.Z. Zinder**, Napravlyayemyy tsennostyami inzhiniring predpriyatiy // Biznes-informatika. 2018. № 3 (45). S. 7–19.
15. **V.I. Kabalina, V.I. Mondrus**, Kontekstualizatsiya upravleniya talantami v rossiyskikh IT-kompaniyakh // Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta. 2018. № 16 (1). S. 5–36.
16. **G.B. Kleynner**, Gumanisticheskyy menedzhment, sotsial'nyy menedzhment, sistemnyy menedzhment – put' k menedzhmentu XXI veka // Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta. 2018. № 16 (2). S. 231–252.
17. **G.P. Litvintseva, I.N. Karelin**, Effekty tsifrovoy transformatsii ekonomiki i kachestva zhizni naseleeniya v Rossii // Terra Economicus. 2020. № 18 (3). S. 53–71.



18. V.V. Marshirov, L.Ye. Marshirova, Kompleksnaya otsenka individual'nogo truda razrabotchikov programmogo obespecheniya // *Biznes-informatika*. 2013. № 2 (24). S. 55–62.
19. E.A. Neganova, V.D. Markvirer, M.A. Plaksin, A.I. Deryabin, Funktsional'no-stoimostnyy analiz programmogo obespecheniya kiberfizicheskoy sistemy ofisnogo zdaniya // *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta*. Elektrotehnika, informatsionnyye tekhnologii, sistemy upravleniya. 2019. № 29. S. 7–31.
20. O.A. Sklyarova, Genezis i usloviya primeneniya funktsional'no-stoimostnogo analiza // *Finansovyye issledovaniya*. 2019. № 4 (65). S. 210–221.
21. About the Value Methodology. URL: <https://www.value-eng.org/page/AboutVM> (accessed: 2022.04.03).
22. S. Barney, A. Aurum, C. Wohlin, A product management challenge: Creating software product value through requirements selection. *Journal of Systems Architecture*, 2008, vol. 54, is. 6, pp. 576–593.
23. S. Biffi, A. Aurum, B. Boehm, H. Erdogmus, P. Grünbacher, *Value-Based Software Engineering*. Springer, 2006. 388 p.
24. B. Boehm, L. Huang, *Value-Based Software Engineering: A Case Study*. *Computer*, 2003, vol. 36, no. 3, pp. 33–41.
25. J. Cagé, N. Hervé, M. Viaud, The Production of Information in an Online World. *The Review of Economic Studies*, 2020, vol. 87, is. 5, pp. 2126–2164.
26. D. Deming, K. Noray, Earnings Dynamics, Changing Job Skills, and STEM Careers. *The Quarterly Journal of Economics*, 2020, vol. 135, is. 4, pp. 1965–2005.
27. D. Elder-Vass, No price without value: towards a theory of value and price. *Cambridge Journal of Economics*, 2019, vol. 43, is. 6, pp. 1485–1498.
28. R. Gregory, O. Henfridsson, E. Kaganer, H. Kyriakou, Data Network Effects: Key Conditions, Shared Data, and the Data Value Duality. *Academy of Management Review*, 2022, vol. 47, no. 1, pp. 189–192.
29. R. Gregory, O. Henfridsson, E. Kaganer, H. Kyriakou, The Role of Artificial Intelligence and Data Network Effects for Creating User Value. *Academy of Management Review*, 2021, vol. 46, no. 3, pp. 534–551.
30. S. Hasan, M. Hasan, A. Mahmood, M. Alam, A Model for Value Based Requirement Engineering. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 2010, vol. 10, no. 12, pp. 171–177.
31. T. King, *Value Engineering: Theory and Practice in Industry*. Miles Value Foundation, 2000. 195 p.
32. M. Kraatz, R. Flores, D. Chandler, The Value of Values for Institutional Analysis. *Academy of Management Annals*, 2020, vol. 14, no. 2, pp. 474–512.
33. E. Miles, Lawrence Delos Miles' 'Techniques of Value Analysis and Engineering'. *Ekistics*, 1989, vol. 56, no. 336/337, pp. 119–121.
34. D. Parker, *Value Engineering Theory: Lecture Outline and Reading Supplement*. The Lawrence D. Miles Foundation, 2007. 188 p.
35. The Lawrence D. Miles Value Foundation. URL: <https://www.valuefoundation.org/home> (accessed: 2022.04.03).
36. Value management and value engineering. RICS guidance note. London : the Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), 2017. 19 p. URL: <https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/upholding-professional-standards/sector-standards/construction/black-book/value-management-and-value-engineering-1st-edition-rics.pdf> (accessed: 2022.04.03).
37. Value Methodology Glossary of Terms. URL: [https://cdn.ymaws.com/www.value-eng.org/resource/resmgr/education/vm\\_glossary\\_of\\_terms\\_2020925.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.value-eng.org/resource/resmgr/education/vm_glossary_of_terms_2020925.pdf) (accessed: 2022.04.03).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

**КНЯЗЬКОВА Вероника Святославовна**

E-mail: veronika\_@tut.by

**Veronika S. KNYAZKOVA**

E-mail: veronika\_@tut.by

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2077-1334>

*Поступила: 14.09.2022; Одобрена: 25.10.2022; Принята: 25.10.2022.*

*Submitted: 14.09.2022; Approved: 25.10.2022; Accepted: 25.10.2022.*