

Экономическая модель построения архитектуры сетевого предприятия*

Цель исследования заключается в разработке модели экономического обоснования построения цепочки создания стоимости для различных типов цифровых платформ и технологических способов производства сетевого предприятия. В качестве основы для построения модели экономического обоснования предлагается использовать метод функционально-стоимостной оценки архитектуры сетевого предприятия, определяющий экономические затраты и риски формирования цепочек создания стоимости, которые связаны с выпуском продукции и оказанием услуг предприятия.

Новизна исследования заключается в том, что экономическое обоснование построения архитектуры сетевого предприятия должно осуществляться с учетом динамически изменяющихся потребностей заказчика и состояния бизнес-экосистемы предприятия в процессе его функционирования.

Методы исследования имеют эвристический характер, направленные на поиск такого набора экономических факторов, который приведет к формированию экономического обоснованного построения цепочки создания стоимости. В целях получения экономической модели построения архитектуры сетевого предприятия предлагается метод функционально-стоимостной оценки с учетом динамических изменений цепочки создания стоимости.

Результаты. В данной статье представлена экономическая модель оценки архитектуры сетевого предприятия, в которой каждый элемент модели отражает отдельный экономический аспект формирования цепочки создания стоимости для сетевого

предприятия. Проведенный анализ экономических аспектов позволил детальнее определить затраты, в том числе затраты на устранение рисков.

Помимо модели экономического обоснования построения цепочки создания стоимости в работе выявлены требования к архитектуре сетевого предприятия и возможному составу ролей его участников, а также определение сетевых эффектов для разных ролей. Для отображения взаимосвязи между типом цифровой платформы и технологическим способом производства при проведении стоимостной оценки архитектуры сетевого предприятия все рассчитанные оценки вносятся в матрицу оценок стоимостных затрат и рисков. В результате в зависимости от выбранного типа цифровой платформы и технологического способа производства осуществляется поиск минимальных затрат и рисков для конкретных цепочек создания стоимости.

Заключение. Экономическая модель стоимостной оценки архитектуры сетевого предприятия, построенная на основе использования метода функционально-стоимостного анализа затрат и анализа рисков, позволит осуществлять ресурсное обоснование конфигурации цепочек создания ценности с оптимальным распределением ролей участников сетевого предприятия.

Ключевые слова: сетевое предприятие, архитектура сетевого предприятия, участники сетевого предприятия, функционально-стоимостной анализ, цифровая платформа, цепочка стоимости.

Alexey A. Bryzgalov, Yuri F. Telnov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

An Economic Model for Creating a Network Enterprise Architecture

The purpose of the study is to develop an economic justification model for creating a value chain for various types of digital platforms and technological methods of production of a network enterprise. As a basis for creating an economic justification model, it is proposed to use the method of functional and cost assessment of the architecture of a network enterprise, which determines the economic costs and risks of forming value chains that are associated with the production and provision of services of the enterprise.

The novelty of the research lies in the fact that the economic justification for creating the architecture of a network enterprise should be carried out taking into account the dynamically changing needs of the customer and the state of the business ecosystem of the enterprise in the process of its functioning.

The research methods are heuristic in nature, aimed at finding such a set of economic factors that will lead to the formation of an economically sound construction of the value chain. In order to obtain an economic model for creating the architecture of a network enterprise, a method of functional and cost estimation in the process of dynamic changes in the value chain is proposed.

Results. This article presents an economic model for evaluating the architecture of a network enterprise, in which each element of the model is an economic aspect of the formation of value chains for a network enterprise. The analysis of economic aspects made it

possible to determine in more detail the costs, including the costs of eliminating risks.

In addition to the economic justification model for creating a value chain, the paper identifies requirements for the architecture of a network enterprise and the possible composition of the roles of participants as well as the definition of network effects for different roles. In order to display the relationship between the type of digital platform and the technological method of production, when conducting a cost assessment of the architecture of a network enterprise, all calculated estimates are introduced into the cost and risk assessment matrix. As a result, depending on the chosen type of digital platform and technological method of production, the search for minimum costs and risks for a specific value chain is carried out.

Conclusion. The economic model of the cost assessment of the architecture of a network enterprise, made on the basis of the use of the method of functional-value cost analysis and risk analysis, will allow for resource justification of the configuration of value chains with an optimal distribution of roles of network enterprise participants.

Keywords: network enterprise, network enterprise architecture, network enterprise participants, functional and cost analysis, digital platform, value chain.

*Статья выполнена при поддержке РНФ, грант «Методы и модели цифровой трансформации предприятий на основе интеллектуальных технологий», № 22-11-00282

Введение

Внедрение современных цифровых технологий приводит к ускорению всех экономических процессов, уменьшению жизненного цикла инноваций, созданию межотраслевых территориально распределенных сетевых предприятий. Высокая динамика производственных технологий обуславливает необходимость развития новых механизмов сетевого организационно-экономического взаимодействия предприятий и организаций. В этих условиях возрастает значение гибкого формирования цепочек создания стоимости в рамках сетевого предприятия на основе кооперации предприятий, участников совместной бизнес-экосистемы. [1] Данное обстоятельство обуславливает важность экономического обоснования конфигурации сетевого предприятия в соответствии с формируемой цепочкой создания стоимости, поскольку минимизация затрат является важной целью на этапе проектирования сетевого предприятия. [2]

В рамках цифровой трансформации предприятий необходимо разработать метод, направленный на гибкое и экономически обоснованное построение архитектуры производственных и бизнес-процессов с учетом динамически изменяющихся потребностей экосистемы предприятия. Результатом которого будет выявленный технологический способ производства и выбранный тип цифровой платформы, определяющий организацию взаимодействия заинтересованных сторон в сетевом предприятии перед инициацией цепочки создания стоимости.

Под цепочкой создания стоимости понимают устойчивый механизм наращивания стоимости на разных стадиях технологических и инфраструктурных процессов,

являющийся результатом взаимодействия их участников при производстве и реализации товаров и услуг [3], [4].

Для функционирования цепочки создания стоимости с позиции эффективности важно:

- оценить ценность получаемых продуктов или услуг;
- оценить риски, которые могут проявляться на протяжении всего жизненного цикла изделия и деятельности самого сетевого предприятия;
- оценить влияние применяемой бизнес-модели, анализ которой поможет принять решение о необходимости совершенствования производственных и бизнес-процессов; [5]
- обеспечить контроль затрат всех участников сетевого предприятия в рамках цепочки;
- проводить мероприятия, направленные на взаимное сокращение затрат всеми участниками сетевого предприятия. [6]

Особенности построения цепочки создания стоимости обусловлены архитектурой сетевого предприятия. Архитектура сетевого предприятия определяет организацию набора взаимосвязанных активов. [7] Под активом понимается объект, имеющий ценность для организации, производство которого распределяется по участникам сетевого предприятия. [8]. В этой связи построение архитектуры сетевого предприятия будет оказывать влияние на эффективность его функционирования, для чего необходимо определить экономические аспекты формирования цепочек создания стоимости.

Экономические аспекты формирования цепочек создания стоимости, определяющих состав производственных и бизнес-процессов, которые соответствуют выпускаемой продукции и оказываемым услугам предприятия, рассматриваются как с позиции технологических способов производства продукции и услуг, так и с позиции использования цифровой платформы.

В качестве основных аспектов для экономического обоснования технологического способа в функционально-стоимостном методе используются постоянные и переменные (материальные и трудовые) затраты, а также затраты, понесенные при смене участника сетевого предприятия в рамках цепочки создания стоимости. [9]

Использование функционально-стоимостного метода обусловлено тем, что этапы цепочки создания стоимости могут быть представлены в виде функций сетевого предприятия. Такой метод позволит отразить взаимосвязь функционального описания структуры сетевого предприятия, его компонентов и отношений между участниками сетевого предприятия. [10]

В цепочке создания стоимости могут быть учтены капитальные и эксплуатационные затраты на разработку, внедрение и обслуживание цифровой платформы, цифровых сервисов и связанных с ними технического оборудования.

При инициации сетевого предприятия им необходимо убедиться, что они понимают следующие экономические аспекты своей деятельности, чтобы построить подходящее экономическое обоснование цифровой платформы и/или цифровых сервисов: затраты на оборудование, стоимость лицензионного сбора за программное обеспечение, затраты на электроэнергию, техническое обслуживание и поддержку. Количество сотрудников (и, следовательно, связанные с этим расходы), которые фактически участвуют в обеспечении технического обслуживания и поддержке, часто является одним из наиболее сложных аспектов для фирм, поскольку они могут поддерживать несколько приложений цифровой платформы. [11] Поэтому в цепочке создания стоимости могут появиться участники сетевого предприятия,

предоставляющие услуги обработки, хранения и передачи данных посредством цифровой платформы, например облачная IoT-платформа. Разнообразие методов и средств реализации цифровых платформ для различных технологических способов производства обуславливает необходимость экономического обоснования построения архитектуры сетевого предприятия.

Требования к архитектуре сетевого предприятия

Формой архитектуры сетевого предприятия является сеть, а цепочки создания стоимости и бизнес-модель поддерживаются цифровой платформой. Таким образом, можно подчеркнуть, что цифровая платформа и цифровые сервисы обеспечивают целостность архитектуры, связывая различные ее элементы и участников процесса создания стоимости в едином информационном пространстве. С одной стороны, архитектура сетевого предприятия должна поддерживать гибкость производства, а с другой, — снижать риски, неизбежно возникающие при реализации изменений. [12]

В зависимости от вычислительных ресурсов участников сетевого предприятия, количества участников, целей создания ценности необходимо выбрать и настроить один из трех типов цифровой платформы, определяющих особенности построения архитектуры сетевого предприятия: посредническая, централизованная и децентрализованная. [13]

Посредническая цифровая платформа. Организация-заказчик размещает заказ на производство готовой или промежуточной продукции на платформе. Цифровая платформа выставляет заказ на «доску объявлений», на которой реагируют производители. Брокер, в роли которого

выступает цифровая платформа, подбирает для заказчика наилучшего производителя по заданным параметрам. Выбранный производитель после его согласия выполняет заказ и отправляет заказчику. Оплата происходит через брокера, т.е. цифровую платформу. В этом случае задействованы три участника: Заказчик, Исполнитель, Брокер.

Централизованная цифровая платформа. Централизованная платформа работает по принципу облачной платформы с возможностью подключения к Интернету вещей. Например, машины или фабрики, которые физически могут находиться в различных местах, подключаются к Интернету и предоставляют информацию для сервисов цифровой платформы таким образом, что сервисы могут быть развернуты используя облачные вычисления. В данном случае облачные вычисления определяются как «модель для обеспечения удобного сетевого доступа по требованию к общему пулу настраиваемых вычислительных ресурсов (например, сетей, серверов, хранилищ, приложений и служб), которые могут быть быстро предоставлены и повторно арендованы с минимальными усилиями по управлению или обслуживанию — взаимодействие с поставщиком». Облачные сервисы дешевле, чем локальные. Это связано с тем, что облачные сервисы выбираются на открытом рынке, где конкуренция и экономия за счет масштаба могут снизить стоимость этих услуг сверх того, что можно ожидать на месте. [14]

Ядро модели платформы — это оператор цифровой платформы, предлагающий возможность формирования сетевого предприятия в виде «цифровой нити» [15] на основе построения цепочки создания стоимости, в которой концептуальная проработка

конструкции изделия сопровождается выбором участников проекта и согласованием с ними условий выполнения работ на стадии реализации. Независимо от местоположения информация о взаимосвязанных процессах сетевого предприятия и взаимодействиях с внешними участниками производственной деятельности может быть собрана, обработана и проанализирована на платформе централизованно, т.е. в облачной инфраструктуре поставщика вычислительной инфраструктуры головного предприятия. В этом случае из-за ограничения вычислительного ресурса головного предприятия количество участников сетевого предприятия может быть ограниченным.

Децентрализованная цифровая платформа. Как и централизованная цифровая платформа децентрализованная платформа имеет возможность формирования сетевого предприятия со всеми присущими ему характеристиками, однако в данном типе цифровой платформы присутствует существенное отличие, которое заключается в том, что могут быть и другие поставщики вычислительной инфраструктуры. Стать поставщиком может любой участник сетевого предприятия, у которого есть необходимые вычислительные мощности.

Во всех вариантах типов цифровых платформ участники сетевого предприятия могут быть как в роли заказчика, так и исполнителя. Оператор платформы получает потоки доходов от различных заинтересованных сторон за предлагаемые услуги платформы, а также от поставщика услуг за предоставление внешних инструментов. Однако в зависимости от выбранного типа цифровой платформы предполагаются разные варианты затрат на поддержку работы сетевого предприятия. [16]

Идентификация ролей участников сетевого предприятия и сетевых эффектов

Роли участников сетевого предприятия будем описывать в соответствии с фреймворком бизнес-модели Санкт-Галлена [17][18], которые могут быть представлены в различных вариациях в зависимости от типов цифровой платформы. Ниже собран список ролей, рассматриваемых по всему фреймворку архитектуры сетевого предприятия:

- Покупатель (конечный пользователь);
- Производитель;
- Поставщик услуг;
- Поставщик облачных вычислений;
- Системный интегратор;
- Оператор платформы;
- Поставщик платформы;
- Поставщик ПО;
- Поставщик оборудования;
- Поставщик торговой площадки;
- Доверенное лицо по использованию данных;
- Разработчики приложений.

Каждый из участников сетевого предприятия может иметь одну или несколько ролей в

соответствии с фреймворком бизнес-модели Санкт-Галлена. На рис. 1 представлен типичный пример моделирования ролей участников сетевого взаимодействия.

В рамках фреймворка бизнес-модели Санкт-Галлена участник сетевого предприятия отвечает на следующие вопросы: кто выполняет определенный этап цепочки и какая его роль; что участник цепочки предлагает в качестве ценностного предложения; с помощью какого механизма дохода идет получение ценности для участника цепочки.

На вышеприведенном примере цепочку создания стоимости формируют следующие роли: производственная компания, поставщик ПОТ-платформы, поставщик услуг, поставщик оборудования, системный интегратор. На производственном предприятии установлено специальное производственное оборудование от поставщика оборудования, чтобы проводился сбор данных при работе установленного оборудования, используются специальные приложения от поставщика приложений, ко-

торые интегрирует системный интегратор. Собранные данные передаются на ПОТ-платформу, с помощью которой поставщик услуг и поставщик приложений может провести обработку данных и получить агрегированные данные для проведения анализа и оптимизации бизнес-процессов.

В результате обработки данных на цифровой платформе получаются сетевые эффекты для всех участников сетевого предприятия, которые могут оцениваться на предмет сокращения затрат или достижения критериев [19], [20]:

Эффект от накопленного опыта в производстве ведет к сокращению переменных затрат [9]; к сокращению вычислительных циклов, необходимых для выполнения тех же рабочих нагрузок; совершенствованию технологического способа производства.

Эффект от использования сетевой организацией цифровой платформы получается в виде экономии за счет того, что участники сетевого предприятия не несут затрат с точки зрения как капитальных, так и операционных затрат на разработку, внедрение и об-

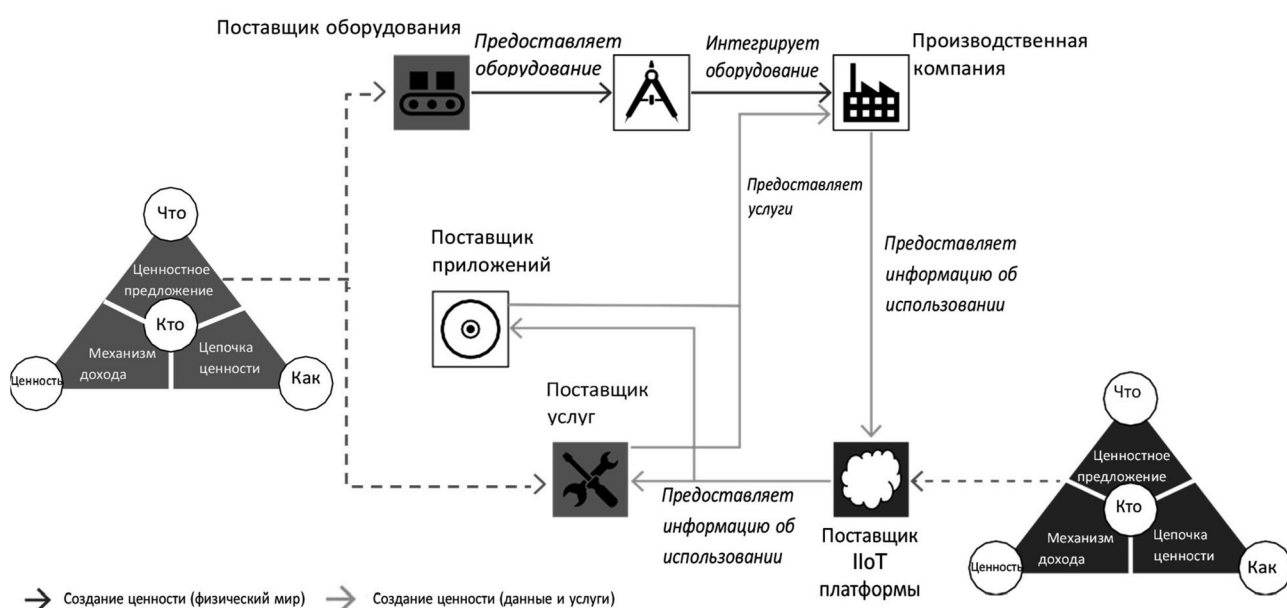


Рис. 1. Пример использования модели Санкт-Галлена (Перевод на русский язык из [18])

Fig. 1. An example of using the St. Gallen model

служивание цифровой платформы, цифровых сервисов и связанных с ними технического оборудования.

Эффект от третьей стороны ведет к снижению нагрузки на предприятие, передавая осуществление или управление вспомогательными процессами предприятия другому участнику сетевого предприятия.

Эффект от поставщика платформы устраняет барьеры, связанные с затратами на вычислительную технику, и, по сути, выравнивает цепочки поставок и условия для инноваций. [11]

Сетевые эффекты должны получаться для всех участников сетевого предприятия, то есть совместная деятельность должна быть выгодной партнерам по бизнесу во всех ролях. В противном случае сетевое предприятие становится не жизнеспособным. Суммарный эффект от совместной деятельности участников сетевого предприятия оценивается с позиции принятых в экономической теории и практике различных показателей рентабельности, для которых важным также является расчет единовременных и операционных стоимостных затрат ресурсов.

Метод оценки затрат и рисков построения цепочки создания стоимости сетевого предприятия

Реализация цепочки создания стоимости является временной деятельностью, направленной на получение определенного результата (товар/услуга) в условиях ограничения по ресурсам, срокам, а также требований к качеству и допустимому уровню риска, и в этом смысле построение цепочки создания стоимости можно рассматривать как проект. Следовательно, для оценки затрат на построение цепочки создания стоимости в рамках архитектуры сетевого

предприятия можно рассмотреть методы, применяемые в управлении проектами. Так, например, М.М. Маркелов, Д.В. Ошедченко рассматривают методы оценки проекта по набору эффектов, оказываемых проектом [21]:

1) экономический (показатели доходности, рентабельности, окупаемости);

2) научно-технический (полезность, технический уровень, возможная широта применения);

3) социальный (значимость для качества жизни населения);

4) экологический (снижение нагрузки на окружающую среду);

5) ресурсный (сокращение энергоемкости, материалоемкости, повышение производительности труда).

В [21] представлены следующие математические методы оценки: балльный метод оценки, экспертные методы оценки по прямым показателям, метод дисконтирования, метод приведения стоимости.

Несмотря на большое количество рассмотренных в статье методов, эти методы не подходят к оценке архитектуры сетевого предприятия, так как с помощью них можно провести априорную оценку затрат только перед созданием сетевого предприятия. Поэтому предлагается метод функционально-стоимостной оценки архитектуры сетевого предприятия цепочки создания стоимости в процессе динамических изменений цепочки создания стоимости.

В данном случае изменения возникают, когда на инновационный процесс влияют внешние факторы. Например, изменились требования по продукту от заказчика, была выявлена более эффективная технология по сравнению с используемой или продукт не был выпущен в заявленный срок вследствие работы с недобросовестным участником сетевого предприятия. Такие факторы воздействуют на биз-

нес-модель, бизнес-процессы, информационные системы, цифровую платформу и активы сетевого предприятия, а также на баланс между затратами и рисками на производство продукта, включая расходы на поддержание работы платформы, устранение сопутствующих рисков, управление качеством продукции/услуги.

В результате в одном случае задача оценки стоимостных затрат и рисков связана с принятием решения об инициации сетевого предприятия, где инициатором является головное предприятие, а остальные участники занимают свое место в цепочке создания стоимости в соответствии со своими компетенциями, а в другом случае задача оценки стоимостных затрат и рисков определяется необходимостью изменения функционирующей цепочки создания стоимости, что может повлечь за собой изменение состава участников сетевого предприятия или состава продукта, или может быть принято решение о расформировании сетевого предприятия. [22]

Математическая модель стоимостной оценки архитектуры предприятия

Сетевое предприятие может использовать различные технологические способы производства продукции, которые определяют применение отличающихся наборов технологических операций, использующих различное оборудование и задействованный труд работников, а также характерный набор покупных материалов и деталей. Кроме того, использование различных типов цифровых платформ может вносить дополнительные затраты, связанные с использованием цифровых сервисов. Эти обстоятельства обуславливают многовариантность построения технологических процессов производства того или

инового вида продукции с использованием цифровых платформ или применение различных вариантов архитектур предприятия.

Один из подходов к выбору архитектуры предприятия заключается в расчете для каждого её варианта затрат на реализацию технологических процессов производства с использованием различных технологических способов с использованием типа цифровых платформ и последующего выбора варианта с минимальными стоимостными затратами.

Математическая модель заключается в поиске минимального значения стоимостной оценки архитектуры предприятия (EN_{lm}), которая предполагает выбор минимального по стоимостным затратам l -го варианта технологического способа производства с использованием m -й цифровой платформы:

$$EN_{lm} = \min_{i,j} \|E_{ij}\| \quad (1)$$

где E_{ij} — оценка стоимости технологического процесса изготовления продукции с помощью i -го технологического способа производства при использовании j -го типа цифровой платформы: $j \in [1, 3]$ — индекс типа цифровой платформы (посредническая, централизованная, децентрализованная), i — индекс технологического способа производства товара или оказания услуги головным предприятием.

Значение оценки стоимости реализации i -го технологического способа производства с помощью j -го типа платформы вычисляется в виде суммы затрат на реализацию технологического процесса CT_{ij} , затрат на закупку предприятием материалов и деталей CP_{ij} , затрат на выполнение цифровых сервисов деятельности сетевого предприятия CD_{ij} , затрат на устранение рисков с учетом упущенной выгоды от последствий риска OR_{ij} :

$$E_{ij} = CT_{ij} + CP_{ij} + CD_{ij} + OR_{ij} \quad (2)$$

Затраты на выполнение технологических процессов складываются из амортизации основных средств и оплаты труда на каждой операции технологического процесса. Для каждого технологического способа определены основные фонды предприятия, а также время, за которое должна быть выполнена работа специалистами. Поэтому в экономическом факторе CT_{ij} рассматриваются: сумма затрат на амортизацию основных фондов на момент производства единицы продукции или услуги ($F_{c_{ij}}$); сумма затрат на оплату труда за выполнение всех работ для единицы продукции или услуги ($T_{c_{ij}}$) и необходимый объем конечной продукции (V).

Каждый технологический способ характеризуется набором операций, в которых задействованы оборудование и персонал. Сумма по b_i , b_i — есть переменное число операций по каждому технологическому способу, u — индекс операции по каждому технологическому способу.

$$CT_{ij} = \left(\sum_u^{b_i} F_{c_{iju}} + \sum_u^{b_i} T_{c_{iju}} \right) * V, \quad (3)$$

Затраты на амортизацию основного фонда и оплату труда вычисляются по формулам (4) и (5) соответственно:

$$F_{c_{ij}} = \sum_{k=1}^{m_i} \frac{F_{kij} * tc_{kij}}{t_{kij}}, \quad (4)$$

где F_{kij} — затраты на амортизацию основного фонда, требуемого для производства единицы товара или услуги на определенном этапе, tc_{kij} — время, затраченное на использование текущего основного фонда, t_{kij} — общее время, рассчитанное для списания основного фонда по амортизации, m_i — количество используемых основных фондов для производства единицы товара или услуги, k — индекс используемого основного фонда.

$$T_{c_{ij}} = \sum_{k=1}^{r_i} Tb_{kij}, \quad (5)$$

где Tb_{kij} — затраты на оплату труда при выполнении одной работы, требуемой для производства единицы товара или услуги на определенном этапе, r_i — количество работ, требуемых для производства единицы товара или услуги, k — индекс работы, требуемой для производства единицы товара или услуги.

Для планируемого выпуска конечной продукции или услуг головному предприятию сетевого предприятия необходимо определиться с выбором поставщиков товаров и услуг, а соответственно со стоимостью требуемых материалов и промежуточной продукции (S_{1kij}) или услуг (S_{2kij}) для производства единицы товара или услуги головным предприятием:

$$CP_{ij} = \sum_{k=1}^{n_i} S_{1kij} + \sum_{k=1}^{n_i} S_{2kij}, \quad (6)$$

где n_i — количество поставщиков, требуемых для производства единицы товара или услуги, k — индекс поставщика, требуемого для производства единицы товара или услуги для соответствующего участка цепочки создания стоимости.

Значения стоимости необходимого расходного материала/промежуточной продукции и услуги любого поставщика, участвующего в сетевом предприятии рассчитываются:

$$S_{1kij} = P_{1kij} * V_{1kij}, \quad (7)$$

$$S_{2kij} = P_{2kij} * V_{2kij}, \quad (8)$$

где S_{1kij} — стоимость необходимого расходного материала или промежуточной продукции у выбранного поставщика для производства единицы товара или услуги на определенном этапе, которая в свою очередь определяется произведением P_{1kij} — цены за единицу необходимого расходного материала или промежуточной продукции и V_{1kij} — требуемого объема материала или промежуточной продукции для производства единицы товара или услуги, S_{2kij} — стоимость работы, отдан-

ной поставщику на аутсорсинг или услуги для производства единицы товара или услуги на определенном этапе, которая в свою очередь определяется производением, P_{2kij} — цены за единицу работы или услуги и V_{2kij} — требуемого объема работ или услуг для производства единицы товара или услуги

Из множеств поставщиков услуг (L_k) и поставщиков (R_k) поставщиков расходного материала\промежуточной продукции для каждого цепочки создания стоимости выбираются поставщики с минимальным значением стоимости необходимого расходного материала\промежуточной продукции или услуги для производства единицы товара или услуги:

$$S_{1kij} = \min(R_{kij}), \quad (9)$$

$$S_{2kij} = \min(L_{kij}) \quad (10)$$

Помимо минимальной стоимости материалов, промежуточной продукции или услуг при выборе поставщиков товаров и услуг должно оцениваться их качество, а сам поставщик должен быть надежным и финансово устойчивым участником сетевого предприятия.

При выборе одной из трех типов цифровой платформы могут быть рассмотрены различные затраты на обеспечение деятельности сетевого предприятия, поэтому количество слагаемых суммы может меняться в зависимости от типа цифровой платформы

$$CD_{ij} = \sum_{k=1}^{N_j} D_{kij} + U_j, \quad (11)$$

где D_{kij} — затраты на выполнение цифровых сервисов обеспечение определенного вида деятельности сетевого предприятия по выбранному типу цифровой платформы, N_j — количество видов операций технологического процесса деятельности сетевого предприятия, учитывающих использование цифровых сервисов специфику типа цифровой платформы, требуемых для производства

единицы товара или услуги, U_j — затраты на поддержание работы цифровой платформы по выбранному типу.

В зависимости от выбранной типа цифровой платформы могут быть учтены разные варианты рисков при формировании цепочки создания стоимости.

Риск связан с наступлением события, которое вызывает нарушения в работе сетевого предприятия. Риск оценивается вероятностью наступления события. Совершение рискованного события приводит к значительному ущербу, в том числе экономическому.

В работе Орлова А.И. проводится оценка рисков при выпуске нового инновационного изделия [23]. В этой работе выделены следующие виды рисков: производственные, коммерческие, финансовые и глобальные. Эти виды рисков можно учесть при расчете мультипликативного риска, который нужно будет приводить к минимизации и соответственно снижению затрат от последствий рискованных событий. В данном контексте будут учитываться только риски, связанные с выбранным цифровой платформой: риск нарушения взаимодействия с поставщиками, риск нарушения работы цифровой платформы, риск нарушения работы цифрового сервиса компоненты цепочки создания стоимости:

$$OR_{ij} = \sum_{k=1}^{m_j} (r_{kij} + v_{kij}) * w_{kij} \quad (12)$$

где k — номер рассматриваемого риска, v_{kij} — затраты на устранение последствий риска, r_{kij} — стоимость разрушения (упущенная выгода от последствий риска), m — количество рисков, определенных по данному типу цифровой платформе, w_{kij} — вероятность наступления рассматриваемого риска. Для адекватности полученных результатов значения весов нормализуются, их сумма равна единице.

Заключение

Для формирования оптимального варианта цепочки создания стоимости на сетевом предприятии необходимо проводить оценку стоимостных затрат по следующим экономическим факторам: обеспечение деятельности сетевого предприятия с использованием типа цифровой платформы; использование технологии производства продукта головным предприятием, закупка головным предприятием промежуточной продукции или услуг у участников сетевого предприятия, устранение рисков с учетом упущенной выгоды от последствий риска.

Цепочка создания стоимости может изменяться в зависимости от внешних факторов, что может негативно отразиться на зависящих друг от друга компонентах бизнес-модели сетевого предприятия. Поэтому чтобы цепочка приводила к созданию конечного продукта в виде товара или услуги в заданные сроки из определенного набора ресурсов в соответствии требованиями головного предприятия и основного заказчика, необходимо проводить оценку стоимостных затрат архитектуры сетевого предприятия на основе рассмотренных экономических факторов по мере возникновения потребности в изменениях.

Первоначальная и последующие оценки стоимостных затрат на поддержку архитектуры сетевого предприятия позволяют оптимизировать процесс динамического построения цепочек создания стоимости в зависимости от возникающих бизнес-потребностей. Отслеживание изменений экономических факторов в динамике дает возможность накапливать исторические данные для прогнозирования затрат и рисков в будущем и своевременно изменять на основе прогноза стратегию развития сетевого предприятия.

Литература

1. Стаценко В.В., Бычкова И.И. Экосистемный подход в построении современных бизнес-моделей // Индустриальная экономика. 2021. № 1. С. 45–61.
2. Абдрахманова Г.И., Быховский К.Б., Веселитская Н.Н. и др. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. (Москва, 13–30 апреля). М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2021. 239 с.
3. Бочаров С.Н., Цомаева И.В. Об исследовательской модели изучения феномена глобальных цепочек создания стоимости // Экономика. Профессия. Бизнес. 2018. № 3. С. 29–35.
4. Мешкова Т., Моисеев Е. Анализ глобальных цепочек создания стоимости: возможности Форсайт-исследований // Форсайт. 2016. Т. 10. № 1. С. 69–82.
5. Степнов И. М., Ковальчук Ю. А. Измерение ценности в бизнес-моделях совместного использования // Управленец. 2020. Т. 11. № 5. С. 58–69.
6. Осипов В.С. Методологическое определение цепочки ценности и цепочки стоимости в воспроизводственном процессе // Экономика и предпринимательство. 2013. № 12–1(41). С. 574–579.
7. Николаев Д.В. Формы реализации и генезис сетевых бизнес-моделей // Вестник Академии знаний. 2020. № 37(2). С. 224–233.
8. ГОСТ Р 59799-2021 Умное производство. Модель эталонной архитектуры индустрии 4.0 (RAMI 4.0).
9. Байбакова Е.Ю., Клочков В.В., Экономические аспекты формирования сетевых организационных структур в российской наукоёмкой промышленности // Управление большими системами. 2010. Специальный выпуск 30.1. С. 697–721.
10. Схиртладзе А.Г., Скворцов А.В., Чмырь Д.А. Проектирование единого информационного пространства виртуальных предприятий. М.: Абрис, 2012. 615 с.
11. Bill Williams. The Economics of Cloud Computing. An Overview for Decision Makers [Электрон. ресурс]. USA: Cisco Press, 2012. 91 с. Режим доступа: [http://www.asecib.ase.ro/cc/carti/The%20Economics%20of%20Cloud%20Computing%20\[2012\].pdf](http://www.asecib.ase.ro/cc/carti/The%20Economics%20of%20Cloud%20Computing%20[2012].pdf)
12. Тельнов Ю.Ф., Калачихин П.А. Оценка эффективности инжиниринга сетевых предприятий // Инновационное развитие Российской экономики. IX Международная научно-практическая конференция. Министерство образования и науки Российской Федерации; Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова; Российский гуманитарный научный фонд. (Москва, 25–28 октября). М.: Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 2016. С. 69–72.
13. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Данилов А.В. Технология проектирования инновационных процессов создания продукции и услуг сетевого предприятия с использованием i4.0-системы, основанной на знаниях // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15. № 4. С. 76–92.
14. Rasha Makhoul. Cloudy transaction costs: a dive into cloud computing economics [Электрон. ресурс] // Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications – SpringerOpen. 2020. № 9(1) С. 11. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/338565186_Cloudy_transaction_costs_a_dive_into_cloud_computing_economics.
15. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт Издание первое, исправленное и дополненное / науч. ред. Боровков А. М.: ООО «АльянсПринт», 2020. 401 с.
16. Серова Л.С. Страхович Э.В. Чуракова И.Ю. Многосторонние платформы в эволюции бизнес-моделей микропредприятий // Управленец. 2017. Т. 68. № 4. С. 53–59.
17. Гассман О., Франкенбергер К., Шик М. Бизнес-модели: 55 лучших шаблонов. М.: Альпина Паблик, 2016. 432 с.
18. Digital business models for Industrie 4.0 [Электрон. ресурс] // Result paper. Plattform Industrie 4.0. 2019. С. 44. Режим доступа: https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Industry/digital-business-models-industry-4-0.pdf?__blob=publicationFile&v=3.
19. Фролов А.Л., Подлевских А.П. Оценка эффективности внедрения в деятельность организации облачных технологий на основе упрощенной методики расчета совокупной стоимости владения // Фундаментальные исследования. 2015. № 11 (5). С. 1048–1053.
20. Разумников С.В. Модели, алгоритмы и программное обеспечение поддержки принятия стратегических решений к переходу на облачные технологии. Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2020. 176 с.
21. Маркелов М.М., Ошедченко Д.В. Оценка эффективности проектов: виды эффектов, критерии и методы // Решетневские чтения. 2018. Т. 2. С. 355–356.
22. Золотухина Ю.В., Адаменко А.А., Адаменко О.А. Крыжановская. Выбор стратегии трансформации бизнеса организациями – участниками информационного взаимодействия в условиях цифровой экономики // Естественно-гуманитарные исследования. 2021. № 37(5). С. 116–123.
23. Орлов А. И. Аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков при создании ракетно-космической техники // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 102. С. 78–111.

References

1. Statsenko V.V., Bychkova I.I. Ecosystem approach in building modern business models. *Industrial'naya ekonomika = Industrial Economics*. 2021; 1: 45-61. (In Russ.)
2. Abdrakhmanova G.I., Bykhovskiy K.B., Veselitskaya N.N. et al. Digital transformation of industries: starting conditions and priorities. *Doklad k XXII Aprel'skoy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva = report for the XXII April international scientific conference on the problems of economic development and society*. (Moscow, April 13–30). Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics; 2021. 239 p. (In Russ.)
3. Bocharov S.N., Tsomayeva I.V. On a research model for studying the phenomenon of global value chains. *Ekonomika. Professiya. Biznes = Economics. Profession. Business*. 2018; 3: 29-35. (In Russ.)
4. Meshkova T., Moiseyev Ye. Analysis of global value chains: opportunities for foresight research. *Forsayt = Foresight*. 2016; 10; 1: 69-82. (In Russ.)
5. Stepnov I.M., Koval'chuk Yu.A. Measuring value in business sharing models. *Upravlenets = The Manager*. 2020; 11; 5: 58-69. (In Russ.)
6. Osipov V.S. Methodological definition of the value chain and value chain in the reproduction process. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Economics and Entrepreneurship*. 2013; 12-1(41): 574-579. (In Russ.)
7. Nikolayev D.V. Forms of implementation and the genesis of network business models. *Vestnik Akademii znaniy = Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2020; 37(2): 224-233. (In Russ.)
8. GOST R 59799-2021 Umnoye proizvodstvo. Model' etalonnoy arkhitektury industrii 4.0 (RAMI 4.0) = GOST R 59799-2021 Smart production. Industry 4.0 Reference Architecture Model (RAMI 4.0). (In Russ.)
9. Baybakova Ye.Yu., Klochkov V.V. Economic aspects of the formation of network organizational structures in the Russian science-intensive industry. *Upravleniye bol'shimi sistemami = Management of large systems*. 2010. Special issue 30.1: 697–721. (In Russ.)
10. Skhirtladze A.G., Skvortsov A.V., Chmyr' D.A. *Proyektirovaniye yedinogo informatsionnogo prostranstva virtual'nykh predpriyatiy = Designing a single information space for virtual enterprises*. Moscow: Abris; 2012. 615 p. (In Russ.)
11. Bill Williams. *The Economics of Cloud Computing. An Overview for Decision Makers* [Internet]. USA: Cisco Press; 2012. 91 p. Available from: [http://www.asecib.ase.ro/cc/carti/The%20Economics%20of%20Cloud%20Computing%20\[2012\].pdf](http://www.asecib.ase.ro/cc/carti/The%20Economics%20of%20Cloud%20Computing%20[2012].pdf).
12. Tel'nov Yu.F., Kalachikhin P.A. Evaluation of the effectiveness of engineering network enterprises. *Innovatsionnoye razvitiye Rossiyskoy ekonomiki. IX Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii; Rossiyskiy ekonomicheskiy universitet imeni G.V. Plekhanova; Rossiyskiy gumanitarnyy nauchnyy fond = Innovative development of the Russian economy. IX International Scientific and Practical Conference. Ministry of Education and Science of the Russian Federation; Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov; Russian Humanitarian Science Foundation*. (Moscow, October 25–28). Moscow: Russian University of Economics named after G.V. Plekhanova; 2016: 69-72. (In Russ.)
13. Tel'nov Yu.F., Kazakov V.A., Danilov A.V. Technology for designing innovative processes for creating products and services of a network enterprise using a knowledge-based i4.0 system. *Biznes-informatika = Business Informatics*. 2021; 15; 4: 76-92. (In Russ.)
14. Rasha Makhoul. Cloudy transaction costs: a dive into cloud computing economics [Internet]. *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications – SpringerOpen*. 2020; 9(1): 11. Available from: https://www.researchgate.net/publication/338565186_Cloudy_transaction_costs_a_dive_into_cloud_computing_economics.
15. Prokhorov A., Lysachev M. *Tsifrovoy dvoynik. Analiz, trendy, mirovoy opyt Izdaniye pervoye, ispravlennoye i dopolnennoye = Digital twin. Analysis, trends, world experience First edition, revised and supplemented / scientific. ed. Borovkov A.* Moscow: LLC "AlliancePrint"; 2020. 401 p. (In Russ.)
16. Serova L.S., Strakhovich E.V., Churakova I.Yu. Multilateral platforms in the evolution of business models of microenterprises. *Upravlenets = The Manager*. 2017; 68; 4: 53–59. (In Russ.)
17. Gassman O., Frankenberger K., Shik M. *Biznes-modeli: 55 luchshikh shablonov = Business models: 55 best templates*. Moscow: Alpina Pabl; 2016. 432 p.
18. Digital business models for Industrie 4.0 [Internet]. Result paper. *Plattform Industrie 4.0*. 2019: 44. Available from: https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Industry/digital-business-models-industry-4-0.pdf?__blob=publication-File&v=3.
19. Frolov A.L., Podlevskikh A.P. Evaluation of the effectiveness of the implementation of cloud technologies in the activities of an organization based on a simplified methodology for calculating the total cost of ownership. *Fundamental'nyye issledovaniya = Fundamental research*. 2015; 11(5): 1048-1053. (In Russ.)
20. Razumnikov S.V. *Modeli, algoritmy i programnoye obespecheniye podderzhki prinyatiya strategicheskikh resheniy k perekhodu na oblachnyye tekhnologii. = Models, algorithms and software for strategic decision support for the transition to cloud computing* Tomsk: National Research Tomsk Polytechnic University; 2020. 176 p. (In Russ.)

21. Markelov M.M., Oshedchenko D.V. Evaluation of project effectiveness: types of effects, criteria and methods. *Reshetnevskiy chteniye* = Reshetnev readings. 2018; 2: 355-356. (In Russ.)

22. Zolotukhina Yu.V., Adamenko A.A., Adamenko O.A. Choosing a business transformation strategy for organizations participating in information interaction in a digital economy. *Yestestvenno-gumanitarnyye issledovaniya* = Natural Hu-

manitarian Research. 2021; 37(5): 116–123. (In Russ.)

23. Orlov A.I. Additive-multiplicative risk assessment model for the creation of rocket and space technology. *Politematicheskij setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2014; 102: 78-111. (In Russ.)

Сведения об авторах

Алексей Алексеевич Брызгалов

Ассистент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: bryzgalov.aa@rea.ru

Юрий Филиппович Тельнов

Д.э.н., профессор, зав. кафедрой прикладной информатики и информационной безопасности
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: Telnov.YuF@rea.ru

Information about the authors

Alexey A. Bryzgalov

Assistant of the Department of Applied Informatics and Information Security
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: bryzgalov.aa@rea.ru

Yuri F. Telnov

Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Information Security
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: Telnov.YuF@rea.ru