

## ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ\*

Александр Михайлович БАТЬКОВСКИЙ<sup>а\*</sup>, Павел Андреевич КАЛАЧИХИН<sup>б</sup>,  
Павел Васильевич КРАВЧУК<sup>с</sup>, Юрий Филиппович ТЕЛЬНОВ<sup>д</sup>

<sup>а</sup> доктор экономических наук, советник генерального директора, Центральный научно-исследовательский институт экономики, систем управления и информации «Электроника», профессор кафедры управления высокотехнологичными предприятиями, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация  
batkovskiy\_a@instel.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5145-5748>  
SPIN-код: 9024-3229

<sup>б</sup> кандидат экономических наук, научный сотрудник отдела теоретических и прикладных проблем информатики, Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук, Москва, Российская Федерация  
studypavel@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5467-0080>  
SPIN-код: 4245-7007

<sup>с</sup> доктор экономических наук, профессор, коммерческий директор, Научно-испытательный центр «Интелэлектрон», Москва, Российская Федерация  
p.kravchuk@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2379-4291>  
SPIN-код: 2385-3460

<sup>д</sup> доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики и информационной безопасности, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация  
YTelnov@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2983-8232>  
SPIN-код: 6542-9439

\* Ответственный автор

### История статьи:

Получена 26.11.2018  
Получена в доработанном виде 12.12.2018  
Одобрена 24.12.2018  
Доступна онлайн 28.02.2019

УДК 338.24

JEL: C10, C18, C51

### Аннотация

**Предмет.** Методы оптимизации конфигурации сетевой структуры предприятий, которые позволяют настроить цепочку создания ценности так, чтобы максимально увеличить вероятность успеха совместного проекта по созданию инновационной продукции.

**Цели.** Разработка методов и средств интеллектуальной поддержки принятия решений в области инжиниринга предприятий для оптимизации конфигураций сетевых структур.

**Методология.** Исследование базируется на методологическом подходе к обоснованию решений в условиях нехватки и неполноты исходных данных на основании мягких моделей, является альтернативой более традиционным методам принятия решений, описанным другими авторами. Этот подход комбинирует использование нечетких множеств и экспертных оценок. Развитие методологии и инструментария принятия стратегических решений базируется на основе применения нечетких множеств. В соответствии с указанным методологическим подходом решение об изменении конфигурации сетевой структуры предприятия должно приниматься на основании анализа отклонений обобщенных способностей от обобщенных требований для данного предприятия и его ближайших соседей по цепочке создания ценности.

**Результаты.** Разработаны методы и средства инжиниринга предприятий на основе интеллектуальных технологий поддержки принятия решений и многоагентных систем. Предложен инструментарий оптимизации конфигурации сетевой структуры предприятия. Доказано, что повысить эффективность взаимодействия между предприятиями, объединенными общими целями, возможно при помощи использования сервисов, позволяющих предприятиям находить информацию о своих

**Ключевые слова:** бизнес-модель, ключевые компетенции, сетевая структура, продуктовая инновация, цепочка создания ценности

потенциальных партнерах. Результаты исследования рекомендуется применять при оптимизации сетевых структур предприятий на основе многоагентных технологий и формализации ролей основных агентов цепочки создания ценности для сетевой модели бизнеса.

**Выводы.** Внедрение результатов исследования на предприятиях позволит им увеличить конкурентоспособность и эффективность деятельности. Новизна результатов исследования заключается в применении многоагентной технологии, позволяющей осуществлять быструю адаптацию архитектуры предприятия к изменениям условий и требований рынка

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

**Для цитирования:** Батьковский А.М., Калачихин П.А., Кравчук П.В., Тельнов Ю.Ф. Оптимизация сетевой структуры предприятия // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2019. – Т. 18, № 2. – С. 252 – 264. <https://doi.org/10.24891/ea.18.2.252>

## Введение

Для успешного осуществления системных преобразований применяются современные методы и подходы инжиниринга предприятий, включающие построение гибких организационных структур предприятий и управления бизнес-процессами на основе многоагентных технологий. Однако на пути реализации сформулированной парадигмы имеется ряд не до конца решенных задач, к которым относится необходимость поддержания целостности сетевой структуры с позиции оптимизации компонент бизнес-моделей предприятий, таких как ресурсы, бизнес-процессы, ключевые компетенции, инновационный потенциал и т.д. [1]. В области развития архитектур предприятий большое значение приобретает формирование более свободно связывающихся друг с другом сообществ предприятий, кооперирующихся для достижения меняющихся, но ясно формулируемых целей. Создание сетевой архитектуры позволяет оптимизировать деятельность и бизнес-процессы предприятий через увязку конфигурации сетевой структуры с функциональной деятельностью и используемыми технологиями в соответствии с выбранной бизнес-моделью. При этом конфигурация сетевой структуры предприятий связывается с архитектурой информационной системы, используемой в качестве платформы для поиска агентов [2]. Модель оптимизации сетевой структуры может применяться

различными сторонами, заинтересованными в рентабельности и конкурентоспособности совместно создаваемой инновационной продукции [3].

## Инструментарий оптимизации сетевой структуры предприятий на основе применения нечетких множеств

Бизнес-процессы всегда оцениваются при помощи специальных индикаторов – метрик или КРІ. Стратегические цели развития предприятия, выраженные через КРІ, связаны с ключевыми факторами успеха (КФУ) [4]. Контракты между предприятиями, принадлежащими разным сторонам конфигурации сетевой структуры, будут приносить наибольшую выгоду отдельным участникам и всей сети предприятий в целом, если они будут заключаться исходя из принципа, согласно которому необходимо минимизировать не сумму, а произведение обобщенных способностей предприятий от предъявляемых к ним обобщенных требований. В основу вычисления большинства индикаторов заложен метод экспертных оценок. Он является удобным инструментом оценки качественных характеристик, принадлежащих тем или иным объектам со сложной структурой.

Все предприятия в рамках сетевой модели бизнеса должны соответствовать обязательным стандартам, но при этом стандартизация бизнеса может быть произведена еще до того, как рассматриваемое предприятие официально присоединится к

\* Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-00012 (18-00-00008) КОМФИ.

сетевой структуре [5]. Для этого целесообразно использовать следующие характеристики сетевой структуры.

Слой – это абстракция, в рамках которой архитектура предприятия может быть смоделирована. Бизнес-слой, как правило, часто используется в сочетании со стратегией для моделирования архитектуры предприятия, определяемой в качестве описания структуры и взаимодействия между стратегией, функциональной организацией, бизнес-процессами и информационными потребностями [6]. Применительно к данному исследованию бизнес-слоем является область взаимодействия между предприятиями, кооперирующимися в рамках сетевой структуры. При более детальном рассмотрении бизнес-слоя может быть получена концептуальная схема цепочки создания ценности продуктовой инновации в сетевой модели бизнеса [7]. Связи между предприятиями внутри сетевых структур имеют вид потоков. Можно выделить рабочие потоки, то есть поток сырья, материалов, наконец, просто товаров и других материальных объектов. Также можно выделить денежные потоки, то есть движение финансовых средств, и информационные потоки, связанные с передачей информации, данных и знаний по специальным каналам. Денежные и информационные потоки могут очень тесно переплетаться между собой, например, как в технологии «блок-чейн» [8], которая позволяет осуществлять свободное перемещение электронных денег, но с обязательным одобрением других участников сетевого сообщества. Таким образом, материальный обмен между предприятиями в составе сетевых структур осуществляется в виде потоков с различным содержанием, соответствующим тому или иному виду ресурсов.

Существуют задачи, которые предприятие должно решать с наивысшим приоритетом, а также задачи, которые можно отдать на аутсорсинг структурам, специализирующимся на других стадиях цепочки создания ценности. Подобные «второстепенные» компетенции будем называть периферийными. Уровень

ключевых компетенций различных предприятий не должен быть ниже порогового значения, иначе такое предприятие заранее следует признать не вполне конкурентоспособным. Ресурсы внутри сетевой структуры должны распределяться таким образом, чтобы максимизировать ключевые компетенции каждого из предприятий, так как затруднительно добиться максимизации всех ключевых компетенций сразу по всем предприятиям. Максимизацию ключевых и делегирование периферийных компетенций отдельных предприятий предлагается осуществлять через механизм оптимизации конфигурации сетевой структуры.

Прежде чем переходить к решению задачи построения модели, которая позволит оптимизировать конфигурацию сетевой структуры предприятий, следует остановиться на терминологии. Предположим, что агент является субъектом, который способен осуществлять активное поведение. В сетевой модели бизнеса агентом может выступать предприятие либо подразделение этого предприятия [9]. Роль – это некий обобщенный по функциональному признаку тип агента. Среди обилия ролей следует выделить следующие: разработчик, производитель, автор идеи, инвестор, продавец, потребитель, пользователь, покупатель, клиент, поставщик, подрядчик. Различия между ролями заключаются в функциях и обязательствах, которые выполняют и берут на себя агенты, относящиеся к данной роли [10]. В сетевой модели бизнеса действуют две основные бизнес-группы, которые будем называть просто сторонами: это заказчик и исполнитель. Каждой из двух сторон может принадлежать произвольное количество предприятий (агентов), в некотором смысле роли агентов на обеих сторонах могут перемешиваться между собой в связи с чрезвычайной гибкостью сетевых конфигураций. Сторона «покупатель» создает рыночный спрос на инновационную продукцию по отношению к заказчику и диктует требования по характеристикам инновационной продукции по отношению к

исполнителю. Взамен покупателю может поставляться инновационная продукция как со стороны заказчика (когда исполнитель отвечает только за НИОКР), так и со стороны исполнителя (когда заказчик является инвестором, а исполнитель сочетает научно-инновационную и производственную деятельность).

На первый взгляд, вычисляя отклонение  $\Delta_p$  способностей  $\Xi$  предприятий от требований  $\Theta$  по списку из  $n$  характеристик, следовало бы использовать так называемое евклидово расстояние между числовыми индикаторами  $\Theta_i$  и  $\Xi_i$  для  $i$ -х характеристик:

$$\Delta_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Theta_i - \Xi_i)^2}. \quad (1)$$

Но в связи с тем, что на практике список таких характеристик будет достаточно подвижным, сильно варьируясь при переходе от одной возможной сетевой структуры предприятий к другой сетевой структуре, вместо  $n$ -мерных векторов  $\vec{\Xi}$  и  $\vec{\Theta}$ , состоящих из индикаторов, более оптимальным представляется использовать показатели, которые будем называть дельта-отклонениями, вычисляемые при помощи метода экспертных оценок. Дельта-отклонения представляют собой показатели, оптимизация которых через целевые функции будет эквивалентна следованию интересам сетевой структуры в целом [11]. Следует отметить, что для предприятий с разными ролями дельта-отклонения будут рассчитываться по различающимся методикам. Между тем, эти методики объединяет то, что на выходе подсчета дельта-отклонения должны получаться нечеткие числа [12]. Кроме того, дельта-отклонения всегда рассчитываются как разность обобщенных способностей и обобщенных требований. Методики, по которым будут рассчитываться обобщенные способности и требования зависят от типа конкретного предприятия-агента (точнее, от его роли в сетевой структуре предприятий). При этом следует отметить, что несмотря на то, что дельта-отклонения определяются на парах предприятий (или агентов), они не

коммутируют (и поэтому не являются перестановочными), если изменить порядок элементов, образующих пару. Однако это вовсе не означает, что все отношения между агентами правильно записывать только в виде упорядоченных пар, другими словами, что все связи между агентами должны иметь вид «один к одному».

С точки зрения проектирования реляционных баз данных намного удобнее было бы использовать вид отношения «один ко многим». Например, у одного поставщика могут быть отношения сразу с несколькими клиентами, которые невозможно в данном конкретном случае представлять в виде «один к одному», например, если в отношении каждого из клиентов используются особые, индивидуальные условия контракта. Таким образом, можно сформулировать формулу оценки дельта-отклонения обобщенных способностей от обобщенных требований следующим образом:

$$\tilde{\Delta}_p = \varphi(\Theta - \Xi), \quad (2)$$

где  $\varphi$  – функция фаззификации, то есть приведения числового значения дельта-отклонения  $\Delta_p$  к нечеткому виду.

Дельта-отклонение для стороны «исполнитель», к которой может относиться ряд ролевых типов агентов сетевой структуры, рассчитывается следующим образом:

$$\tilde{\Delta}_p^{dev} = \varphi(\Theta_{req} - \Xi_{cap}), \quad (3)$$

где  $\varphi$  – функция фаззификации;

$\Theta_{req}$  – требования заказчика, соответствующие требованиям  $\Theta$  из формулы (2);

$\Xi_{cap}$  – ключевые компетенции исполнителей, соответствующие способностям  $\Xi$  из формулы (2).

Дельта-отклонение для стороны «заказчик» рассчитывается аналогично:

$$\tilde{\Delta}_p^{inv} = \varphi(\Theta_{risc} - \Xi_{res}), \quad (4)$$

где  $\varphi$  – функция фаззификации;

$\Theta_{risc}$  – существующие проектные риски, соответствующие требованиям  $\Theta$  из формулы (2);

$\Xi_{res}$  – ресурсный потенциал заказчика, соответствующий способностям  $\Xi$  из формулы (2).

Для показателей способностей и требований могут быть заданы интервальные шкалы количественных значений, нормализующих оценки индикаторов в интервале  $[0;1]$ . Способности исполнителя  $\Xi_{cap}$ , степень серьезности  $\Theta_{req}$  предъявляемых к нему требований должны оцениваться экспертным методом. Возникающие перед заказчиком риски  $\Theta_{risc}$  также должны оцениваться при помощи метода экспертных оценок:

$$Z_i = \frac{\sum_{j=1}^N Ex_{ij}^* W_j}{\sum_{j=1}^N W_j}, \quad (5)$$

где  $Z_i$  – индикатор, на месте которого могут находиться  $\Xi_{cap}$ ,  $\Theta_{req}$  или  $\Theta_{risc}$ ;

$N$  – количество экспертов в составе экспертной комиссии;

$Ex_{ij}^*$  – экспертная оценка индикатора  $Z_i$   $j$ -м экспертом;

$W_i$  – весовой коэффициент компетентности  $j$ -го эксперта;

$$\sum_{j=1}^N W_j = 1.$$

Двусторонняя шкала оценки рисков  $\Theta_{risc}$  позволяет учитывать не только опасность и степень риска с уклоном в сторону вероятности возникновения, но и отклонения в обратную сторону, отражающие положительную вероятность достижения успешного результата объектом оценки. Преимущество двусторонней шкалы оценки рисков заключается в том, что она позволяет в одном и том же показателе сочетать вероятность риска и вероятность успеха, в обычной трактовке являющихся обратными случайными величинами. Перевод оценок

рисков из двусторонней качественной шкалы к числовому виду осуществляется в соответствии со следующими количественными оценками различных уровней значений риска по качественной шкале: имеет резкое негативное влияние оценка риска  $-0,5$ ; генерирует ощутимые помехи  $-0,25$ ; не имеет ровным счетом никакого значения  $0$ ; способствует успеху в некоторой степени  $0,25$ ; создает заметные положительные предпосылки  $0,5$ . Экспертные оценки должны осуществляться по качественным шкалам, задаваемым следующим образом:

$$\{Очень низко; Низко; Нормально; Много; Очень много\} \rightarrow \{-0,5; -0,25; 0; 0,25; 0,5\}. \quad (6)$$

Как видно, первоначально экспертные оценки предлагается осуществлять в обе стороны, то есть:

$$-0,5 \leq Ex_{ij} \leq 0,5, \quad (7)$$

где  $Ex_{ij}$  – не приведенная экспертная оценка  $i$ -го показателя  $j$ -м экспертом.

Соответственно, приведенная оценка получается следующим образом:

$$Ex_{ij}^* = 0,5 + Ex_{ij}. \quad (8)$$

В связи с тем, что распределение экспертных оценок подчиняется нормальному закону, функция фаззификации  $\phi$  может иметь экспоненциальный или нормальный вид. Так называемая  $s$ -функция задается следующим образом:

$$s(x, \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & \text{для } x \leq \alpha \\ 2 \left( \frac{x-\alpha}{\gamma-\alpha} \right)^2 & \text{для } \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2 \left( \frac{x-\gamma}{\gamma-\alpha} \right)^2 & \text{для } \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & \text{для } x \geq \gamma \end{cases}, \quad (9)$$

где  $\alpha, \beta, \gamma$  – числовые параметры.

Так называемая  $\pi$ -функция задается следующим образом:

$$\pi(x, \beta, \gamma) = \begin{cases} S\left(x; \gamma - \beta, \gamma - \frac{\beta}{2}; \gamma\right) & \text{для } x \leq \gamma \\ S\left(x; \gamma, \gamma + \frac{\beta}{2}, \gamma + \beta\right) & \text{для } x \geq \gamma \end{cases} \quad (10)$$

При этом функция  $\varphi$  также определена и на отрицательных значениях за счет смещения вдоль координатной оси абсциссы. Ресурсный потенциал  $\Xi_{res}$  заказчика оценивается индикаторным методом по формуле

$$\Xi_{res} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \frac{R_i}{C_i}}, \quad (11)$$

где  $R_i$  – количество имеющегося в распоряжении заказчика ресурса  $i$ -го вида;

$C_i$  – значение количества необходимого заказчику ресурса  $i$ -го вида.

При этом учитывается всего  $n$ -видов ресурсов, а подсчет количества имеющихся и необходимых ресурсов осуществляется группировкой по статьям и сметам расходов.

Ресурсный потенциал заказчика относительно проекта по созданию инновационной продукции в рамках сетевой структуры позволяет определить, насколько выделенные ресурсы покрывают ожидаемые затраты. Стороны (участники цепочки создания добавленной стоимости, они же предприятия – узлы сетевой структуры) будут прилагать усилия, чтобы максимизировать собственную выгоду. Если им это выгодно, то для них имеет смысл принять заданную конфигурацию сетевой структуры. В таком случае дальнейшие отношения между сторонами будут иметь вид цепочки транзакций, то есть от предложения к согласованию и далее к заключению соглашения.

Потребность обращения к методу учета затрат по работам (АВС) обусловлена несколькими факторами. Они включают новые доказательства финансовой выгоды, появление информационных технологий нового поколения, чтобы передавать оперативную информацию лицам, принимающим решения.

Метод АВС может использоваться для того, чтобы предсказывать на операционном уровне, достаточна ли сумма выделенных ресурсов для оказания необходимых действий (мероприятий и проектов), но этот метод не способен достоверно измерить краткосрочное воздействие управленческих решений на оперативном уровне [13].

### **Формирование сетевой структуры как системы взаимовыгодных соглашений между предприятиями**

В первоначальном значении функции предпочтения связаны с законом убывающей полезности. Мы же будем употреблять термин «функции предпочтения» в качестве некоторого обобщенного критерия, который позволяет принимать какому бы то ни было предприятию или какому-то другому агенту наиболее выгодные решения по выбору, оптимизируя тем самым целевую функцию собственной эффективности. Другими словами, функция предпочтения – это некий принцип, следуя которому предприятиям или другим агентам приходится вести себя рационально, а значит, в таком случае их поведение будет укладываться в нашу сетевую бизнес-модель [14]. Тем самым появляется возможность заключать выгодные контракты между заказчиком и исполнителем. Условимся, что каждому агенту необходимо принять отрицательное решение  $y^-$ , отказавшись от заключения контрактов и договоров, либо принять положительное решение  $y^+$  по тем же самым вопросам. В первом случае функция полезности такого решения равна нулю, так как агент не получает никакой выгоды, но и ничего не теряет при этом [15]. Во втором случае агент получает с некоторой вероятностью  $V_i$  некоторый доход  $D_i$ , который, вообще говоря, может быть и отрицательным, то есть приносить убыток. Функция ожидаемой полезности  $U(y)$  такого решения  $y^+$  имеет следующий вид:

$$U(y^+) = \sum_{i=1}^k V_i D_i, \quad (12)$$

где индекс  $i$  пробегает значения по каждому из  $k$  возможных сценариев развития инновационного проекта.

Таким образом, при выборе агентом одной из двух альтернатив  $y^-$  и  $y^+$  необходимо руководствоваться величиной значения функции ожидаемой полезности. Однако для выражения (12) определение полного набора из  $k$  сценариев развития инновационного проекта, а также точный подсчет вероятностей и ожидаемой выгоды по каждому из сценариев сопряжены с трудностями, так как всегда имеется неопределенность относительно будущего развития событий.

Именно поэтому для выбора функции предпочтения агентов вместо подстановки дохода  $D$  в функцию  $U(y)$  ожидаемой полезности фон Неймана будем использовать дельта-отклонения обобщенных способностей агентов от обобщенных требований, предъявляемых к ним другими участниками сетевой структуры. Нечеткое отклонение обобщенных способностей от обобщенных отклонений для предприятий необходимо вычислять для того, чтобы каждая из сторон могла оценить, выгодно ли ей участвовать в инновационном проекте [16].

Каждое из предприятий-агентов, принадлежащее одной из сторон (таких пар в цепочке создания ценности может быть несколько) обладает определенным лимитом ресурсов, необходимых ему для дальнейшей деятельности, и исходя из собственных интересов выдвигает определенные требования к партнерам. При этом предприятие может не обладать равным счетом никакой информацией о рынке, либо располагать подобными сведениями благодаря использованию электронной площадки в качестве информационного брокера при поиске агентов. В первом случае с закрытым доступом к информации о потенциальных агентах ситуация описывается при помощи модели некооперативной игры, а второй случай открытого доступа к информации о потенциальных агентах может быть рассмотрен в рамках кооперативной игры с коалицией [17].

В обоих случаях предприятия будут стремиться заключать только взаимовыгодные контракты. Если условия договора окажутся обоюдновыгодными, то предприятиям в составе сетевой структуры стоит начать вести переговоры. В ходе переговоров условия взаимно предъявляемых требований многократно пересматриваются. При этом с точки зрения создания инновационной продукции в рамках всей сетевой структуры предприятия наиболее выгодным представляется конфигурация сетевой структуры, сформированная на основании контрактов, отражающая некоторое «равновесное» решение для каждой пары предприятий-агентов. Таким образом, мы приходим к заключению обоюдновыгодного контракта.

При вычислении дельта-отклонения способностей и требований агентов оказываются тесно переплетены, но зато создание инновационного продукта выгодно сразу всем сторонам. Действительно, исполнитель диктует стоимость предстоящих работ, которая входит в ресурсный потенциал заказчика (4) [18]. В свою очередь заказчик выдвигает требования, которые должен выполнить исполнитель (3). Конкурентное преимущество – это более выгодное предложение покупателям по продукту с сопоставимой ценностью, чем у конкурентов, или выполнение действий по сопоставимой стоимости, но уникальным способом, который создает больше ценности для покупателей, чем конкуренты [19].

Предприятие ограничено действиями, которые подобны движению вдоль одного или другого измерения. Одно из ограничений способностей заключается в том, что предприятия должны соединиться с другими предприятиями. Это часто происходит через самые обыкновенные рыночные контракты. Точка зрения о способностях предприятий предполагает, что границы предприятия определяются (по крайней мере частично) относительной силой внутренних и внешних способностей, то есть способностей внутри предприятия, доступных через контракт с другими предприятиями. Любая способность предприятия является вопросом знаний.

В сетевых структурах предприятий существует потребность скоординировать инновации через стадии производства. Предположим, что предприятие принимает решение осуществить конкретную деятельность внутри себя вместо того, чтобы полагаться на рынок. Это должно означать, что у предприятия есть преимущество по стоимости перед рынком. С другой стороны, все предприятия должны полагаться на способности, принадлежащие другим, особенно в той степени, где чужие способности отличаются от тех, которыми данное предприятие обладает. Предприятие способно приобретать отличающиеся способности, дополнительные к тем, которыми уже обладает.

Таким образом, трансфер технологии является на самом деле выбором, который представляется предприятию. Вместо того, чтобы производить самому, можно учить других, как производить и убеждать их делать именно так. Точно так же предприятие, которое решило обеспечить вход на рынок, возможно, приобрело бы необходимые способности внутреннего производства. Контракты, соглашения и договоры заключаются таким образом, чтобы минимизировать оба дельта-отклонения по отдельности:

$$\begin{cases} \phi(\tilde{\Delta}_p^{inv}) \rightarrow \min \\ \phi(\tilde{\Delta}_p^{dev}) \rightarrow \min \end{cases} \quad (13)$$

где  $\phi_{\text{нн}}$  – функция дефаззификации;

$p$  – продуктовая инновация.

Принцип, положенный в основу гипотезы нашего исследования, формализуется следующим образом:

$$\phi(\tilde{\Delta}_p^{inv} \otimes \tilde{\Delta}_p^{dev}) \rightarrow \min, \quad (14)$$

где  $\otimes$  – операция нечеткого умножения, которая для нечетких чисел  $\tilde{A}$  и  $\tilde{B}$  определяется как

$$\mu_{A \otimes B}(x) = \begin{cases} \sup_{a \in (\mathbb{R}/(0))} \{ \min \{ \mu_A(a), \mu_B(x=a) \} \}, & \text{если } x \neq 0 \\ \max \{ \mu_A(0), \mu_B(0) \}, & \text{если } x = 0 \end{cases}.$$

Функция дефаззификации в выражениях (13) и (14) задается как «центр тяжести»:

$$\phi(\tilde{\Delta}) = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} x \mu(x) dx}{\int_{-\infty}^{+\infty} \mu(x) dx},$$

где  $\mu(x)$  – непрерывная функция принадлежности значений нечеткого множества  $\tilde{\Delta}$ , при этом  $\mu(x) = s(x)$  (9) или  $\mu(x) = \pi(x)$  (10) [20].

Преобразование дефаззификации точнее называть функционалом. Формула (13) описывает ситуацию закрытого доступа к информации о потенциальных агентах. Формула (14) описывает ситуацию с открытым доступом к информации о потенциальных агентах.

Таким образом, все зависит от того, какой информацией располагают заказчик и исполнитель относительно друг друга, чтобы стороны смогли найти и увидеть друг друга. Когда такой информации достаточно, предприятиям будет проще оптимизировать дельта-отклонения и заключать взаимовыгодные контракты.

Именно отсюда вытекает, что для эффективности сетевой модели бизнеса при поиске агентов необходимо воспользоваться услугами информационных брокеров в виде сервисов электронной площадки [21]. Каждому агенту необходимо поставить в соответствие пороговое значение дельта-отклонения, которое предприятиям не рекомендовано превышать. Конфигурация сетевой структуры должна настраиваться таким образом, чтобы сочетания дельта-отклонений нового агента и его контрагентов оказались оптимизированы при подстановке в аддитивную или мультипликативную целевые функции (13) и (14).

### Заключение

На основании разработанного инструментария можно получать обоснованные решения о привлечении дополнительных агентов в сетевые структуры предприятий. Такие решения предлагается осуществлять на основании анализа оценок отклонений обобщенных



способностей от обобщенных требований по каждому из потенциальных агентов.

Следуя этой концепции, на первом шаге необходимо определить, достаточно ли совместного потенциала предприятий, входящих в сетевую структуру, для создания инновационного продукта с заданными характеристиками, и если его недостаточно, то нужно ли привлекать дополнительных агентов, расширяя тем самым рамки сетевой

структуры. После этого на втором шаге должно быть принято решение о том, стоит ли инвестировать в данный инновационный продукт или же его разработка невыгодна [22–24].

Разработанный инструментарий позволяет получить решение о том, какие предприятия нужно еще пригласить, чтобы успешно создать конкретный инновационный продукт. Для этого предлагается использовать онтологию сетевой модели бизнеса.

### Список литературы

1. Osterwalder A., Pigneur Y. Designing Business Models and Similar Strategic Objects: The Contribution of IS. *Journal of the Association for Information Systems*, 2013, vol. 14, iss. 5, pp. 237–244.  
URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/daf7/0072088a5696a541aaa1b29d0360a6eb6095.pdf>
2. Долятовский В.А., Гречко М.В. Моделирование механизмов поведения экономических агентов // *Экономический анализ: теория и практика*. 2018. Т. 17. Вып. 10. С. 1835–1848.  
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.10.1835>
3. Батьковский А.М. Общая характеристика инновационной деятельности экономических систем // *Экономические отношения*. 2012. Т. 2. № 1. С. 3–8.  
URL: <https://creativeconomy.ru/lib/9853>
4. Gagné M. From Strategy to Action: Transforming Organizational Goals into Organizational Behavior. *International Journal of Management Reviews*, 2018, vol. 20, iss. S1, pp. 83–104.  
URL: <https://doi.org/10.1111/ijmr.12159>
5. Попов Е.В., Симонова В.Л., Максимчик М.А. Оценка сетевого потенциала на примере IT-отрасли // *Экономический анализ: теория и практика*. 2018. Т. 17. Вып. 10. С. 1819–1834.  
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.10.1819>
6. Josey A., Lankhorst M., Band I. et al. An Introduction to the ArchiMate 3.0 Specification. *White Paper from the Open Group*, 2016. URL: <https://docplayer.net/55262564-An-introduction-to-the-archimate-3-0-specification.html>
7. Visnjic I., Neely A., Jovanovic M. The Path to Outcome Delivery: Interplay of Service Market Strategy and Open Business Models. *Technovation*, 2018, vol. 72-73, pp. 46–59.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.02.003>
8. Нурмухаметов Р.К., Степанов П.Д., Новикова Т.Р. Технология блокчейн и ее применение в торговом финансировании // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2018. Т. 11. Вып. 2. С. 179–190. URL: <https://doi.org/10.24891/fa.11.2.179>
9. Красильникова Е.В. Исследование особенностей корпоративных отношений, стратегий, этапов жизненного цикла и связей между ними // *Экономический анализ: теория и практика*. 2018. Т. 17. Вып. 4. С. 704–721. URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.4.704>
10. Elkind E., Rothe J. Cooperative Game Theory. In: *Economics and Computation*. Berlin, Heidelberg, Springer, 2016, pp. 135–193.  
URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-662-47904-9\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-662-47904-9_3)
11. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Калачанов В.Д. Оптимизация процессов концентрации и специализации производства продукции в оборонно-промышленном комплексе // *Радиопромышленность*. 2014. № 3. С. 171–181.

12. Turney P.B. Activity-Based Costing: An Emerging Foundation for Performance Management. *Cost Management*, 2010, vol. 24, iss. 4, pp. 33–43. URL: [http://cmaprepcourse.com/wp-content/uploads/2015/04/ABC-support-document\\_Study-Unit-5.pdf](http://cmaprepcourse.com/wp-content/uploads/2015/04/ABC-support-document_Study-Unit-5.pdf)
13. Torra V. Hesitant Fuzzy Sets. *International Journal of Intelligent Systems*, 2010, vol. 25, iss. 6, pp. 529–539. URL: <https://doi.org/10.1002/int.20418>
14. Al-Debei M.M., Avison D. Developing a Unified Framework of the Business Model Concept. *European Journal of Information Systems*, 2010, vol. 19, iss. 3, pp. 359–376. URL: <https://doi.org/10.1057/ejis.2010.21>
15. Calabrese M., Iandolo F., Caputo F., Sarno D. From Mechanical to Cognitive View: The Changes of Decision Making in Business Environment. In: *Social Dynamics in a Systems Perspective. New Economic Windows* by Barile S., Pellicano M., Polese F. (eds). Springer, Cham, 2018, pp. 223–240. URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-61967-5\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-61967-5_12)
16. Liao H., Xu Z. Hesitant Fuzzy Decision Making Methodologies and Applications. Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2017, 275 p. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-981-10-3265-3>
17. Borodin A.I., Tatuev A.A., Shash N.N. et al. Economic-Mathematical Model of Building a Company's Potential. *Asian Social Science*, 2015, vol. 11, iss. 14, pp. 198–204. URL: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ass/article/view/49120>
18. Глузов А.А. Производственные сетевые структуры в региональной экономике // Региональная экономика: теория и практика. 2018. Т. 16. Вып. 6. С. 1097–1114. URL: <https://doi.org/10.24891/re.16.6.1097>
19. Волкова Ю.А., Драгун Н.П. Эффективность интеграции организаций в форме холдингов: пример Республики Беларусь // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. Т. 13. № 6. С. 1045–1056. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.13.6.1045>
20. Chen N., Xu Z. Properties of Interval-Valued Hesitant Fuzzy Sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 2014, vol. 27, iss. 1, pp. 143–158. URL: <https://doi.org/10.3233/IFS-130985>
21. Chang J.F. *Business Process Management Systems: Strategy and Implementation*. CRC Press, 2016, 304 p.
22. Соболев Л.Б. К вопросу реструктуризации объединенной авиастроительной корпорации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14. Вып. 3. С. 411–426. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.3.411>
23. Ершова М.В. Теоретические аспекты концепции реинжиниринга производственных процессов // Экономический анализ: теория и практика. 2016. № 11. С. 50–57. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-aspekty-kontseptsii-reinzhiniringa-proizvodstvennyh-protsessov>
24. Батьковский А.М. Модели формирования и оценки программы инновационного развития экономической системы // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2011. № 9. С. 14–23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-formirovaniya-i-otsenki-programmy-innovatsionnogo-razvitiya-ekonomicheskoy-sistemy>

### Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

## STREAMLINING THE ENTERPRISE NETWORK STRUCTURE

Aleksandr M. BAT'KOVSKII <sup>a\*</sup>, Pavel A. KALACHIKHIN <sup>b</sup>, Pavel V. KRAVCHUK <sup>c</sup>,  
Yurii F. TEL'NOV <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russian Federation  
batkovsky@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5145-5748>

<sup>b</sup> All-Russian Institute for Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences,  
Moscow, Russian Federation  
studypavel@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5467-0080>

<sup>c</sup> INTEL ELECTRON Research Center, Moscow, Russian Federation  
p.kravchuk@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2379-4291>

<sup>d</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation  
YTelnov@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2983-8232>

\* Corresponding author

### Article history:

Received 26 November 2018  
Received in revised form  
12 December 2018  
Accepted 24 December 2018  
Available online  
28 February 2019

**JEL classification:** C10, C18,  
C51

**Keywords:** business model,  
key competence, network  
structure, product innovation,  
value chain

### Abstract

**Subject** The article addresses the methods for streamlining the configuration of enterprise network structure that enable to customize the value chain to maximize the success rate of joint projects aimed at innovative product creation.

**Objectives** The purpose of this study is to develop methods and tools for intelligent support to decision-making in enterprise engineering to optimize the configuration of network structures.

**Methods** The study rests on methodological approach to justifying the decisions in the conditions of initial data shortage and incompleteness. It is based on soft models and serves as an alternative to traditional decision-making methods described by other authors. This approach combines the use of fuzzy sets and expert judgment. The development of the methodology and tools for making strategic decisions relies on fuzzy sets application.

**Results** We developed methods and tools for enterprise engineering based on intelligent decision-making technologies and multi-agent systems. The paper presents tools for streamlining the configuration of enterprise network structure. It proves that it is possible to increase the efficiency of interaction between enterprises united by common goals through using the services that enable to find information about enterprise potential partners. The findings are useful for optimization of enterprise network structures based on multi-agent technologies and formalization of roles of main agents of the value chain for a network-based business model.

**Conclusions** If introduced, the findings will enable enterprises to increase competitiveness and efficiency. The novelty of the research is the use of multi-agent technology. It helps rapid adaptation of enterprise architecture to changes in conditions and market requirements.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

**Please cite this article as:** Bat'kovskii A.M., Kalachikhin P.A., Kravchuk P.V., Tel'nov Yu.F. Streamlining the Enterprise Network Structure. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2019, vol. 18, iss. 2, pp. 252–264.  
<https://doi.org/10.24891/ea.18.2.252>

## Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant № 18-00-0008 КОМФИ.

## References

1. Osterwalder A., Pigneur Y. Designing business models and similar strategic objects: The contribution of IS. *Journal of the Association for Information Systems*, 2013, vol. 14, iss. 5, pp. 237–244.  
URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/daf7/0072088a5696a541aaa1b29d0360a6eb6095.pdf>
2. Dolyatovskii V.A., Grechko M.V. [Modeling the mechanisms of economic agent behavior]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2018, vol. 17, iss. 10, pp. 1835–1848. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.10.1835>
3. Bat'kovskii A.M. [Common Characteristic of Economic Systems' Innovative Activity]. *Ekonomicheskie otnosheniya = Journal of International Economic Affairs*, 2012, vol. 2, no. 1, pp. 3–8. URL: <https://creativeconomy.ru/lib/9853> (In Russ.)
4. Gagné M. From Strategy to Action: Transforming Organizational Goals into Organizational Behavior. *International Journal of Management Reviews*, 2018, vol. 20, iss. S1, pp. 83–104. URL: <https://doi.org/10.1111/ijmr.12159>
5. Popov E.V., Simonova V.L., Maksimchik M.A. [Network potential assessment: Evidence from the information technology industry]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2018, vol. 17, iss. 10, pp. 1819–1834. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.10.1819>
6. Josey A., Lankhorst M., Band I. et al. An Introduction to the ArchiMate 3.0 Specification. *The Open Group White Paper*, 2016.  
URL: <https://docplayer.net/55262564-An-introduction-to-the-archimate-3-0-specification.html>
7. Visnjic I., Neely A., Jovanovic M. The Path to Outcome Delivery: Interplay of Service Market Strategy and Open Business Models. *Technovation*, 2018, vol. 72-73, pp. 46–59.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.02.003>
8. Nurmukhametov R.K., Stepanov P.D., Novikova T.R. [Blockchain technology and its application in trade finance]. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya = Financial Analytics: Science and Experience*, 2018, vol. 11, iss. 2, pp. 179–190. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.24891/fa.11.2.179>
9. Krasil'nikova E.V. [Investigating the specifics of corporate relations, strategies, life cycle phases, and links between them]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2018, vol. 17, iss. 4, pp. 704–721. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.4.704>
10. Elkind E., Rothe J. Cooperative Game Theory. In: *Economics and Computation*. Berlin, Heidelberg, Springer, 2016, pp. 135–193.  
URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-662-47904-9\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-662-47904-9_3)
11. Bat'kovskii A.M., Bat'kovskii M.A., Kalachanov V.D. [Optimization of processes of concentration and specialization of production in the military-industrial complex]. *Radiopromyshlennost' = Radio Industry*, 2014, no. 3, pp. 171–181. (In Russ.)
12. Turney P.B. Activity-Based Costing: An Emerging Foundation for Performance Management. *Cost Management*, 2010, vol. 24, iss. 4, pp. 33–43.  
URL: [http://cmaprepcourse.com/wp-content/uploads/2015/04/ABC-support-document\\_Study-Unit-5.pdf](http://cmaprepcourse.com/wp-content/uploads/2015/04/ABC-support-document_Study-Unit-5.pdf)

13. Torra V. Hesitant Fuzzy Sets. *International Journal of Intelligent Systems*, 2010, vol. 25, iss. 6, pp. 529–539. URL: <https://doi.org/10.1002/int.20418>
14. Al-Debei M.M., Avison D. Developing a Unified Framework of the Business Model Concept. *European Journal of Information Systems*, 2010, vol. 19, iss. 3, pp. 359–376. URL: <https://doi.org/10.1057/ejis.2010.21>
15. Calabrese M., Iandolo F., Caputo F., Sarno D. From Mechanical to Cognitive View: The Changes of Decision Making in Business Environment. In: *Social Dynamics in a Systems Perspective. New Economic Windows* by Barile S., Pellicano M., Polese F. (eds). Springer, Cham, 2018, pp. 223–240. URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-61967-5\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-61967-5_12)
16. Liao H., Xu Z. *Hesitant Fuzzy Decision Making Methodologies and Applications*. Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2017, 275 p. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-981-10-3265-3>
17. Borodin A.I., Tatuev A.A., Shash N.N. et al. Economic-Mathematical Model of Building a Company's Potential. *Asian Social Science*, 2015, vol. 11, iss. 14, pp. 198–204. URL: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ass/article/view/49120>
18. Glumov A.A. [Productive network structures in the regional economy]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*, 2018, vol. 16, iss. 6, pp. 1097–1114. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/re.16.6.1097>
19. Volkova Yu.A., Dragun N.P. [The efficiency of integration of entities into holding companies: Evidence from the Republic of Belarus]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2017, vol. 13, iss. 6, pp. 1045–1056. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ni.13.6.1045>
20. Chen N., Xu Z. Properties of Interval-Valued Hesitant Fuzzy Sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 2014, vol. 27, iss. 1, pp. 143–158. URL: <https://doi.org/10.3233/IFS-130985>
21. Chang J.F. *Business Process Management Systems: Strategy and Implementation*. CRC Press, 2016, 304 p.
22. Sobolev L.B. [To the issue of restructuring of the United Aircraft Corporation]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2018, vol. 14, iss. 3, pp. 411–426. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.3.411>
23. Ershova M.V. [Theoretical aspects of the re-engineering concept of production processes]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2016, no. 11, pp. 50–57. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-aspekty-kontseptsii-reinzhiniringa-proizvodstvennyh-protsesov> (In Russ.)
24. Bat'kovskii A.M. [Models of formation and estimation of economic system innovative development program]. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya = Financial Analytics: Science and Experience*, 2011, no. 9, pp. 14–23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-formirovaniya-i-otsenki-programmy-innovatsionnogo-razvitiya-ekonomicheskoy-sistemy> (In Russ.)

### Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.