


**БАТЬКОВСКИЙ Михаил Александрович**

Кандидат экономических наук,  
ведущий научный сотрудник

АО «Научно-испытательный центр  
«ИНТЕЛЕКТРОН»

111123, РФ, г. Москва,

ул. Плеханова, 4а

Тел.: (495) 545-42-56

E-mail: batkovsky@yandex.ru


**КАЛАЧИХИН Павел Андреевич**

Кандидат экономических наук,  
старший научный сотрудник

Всероссийский институт научной  
и технической информации РАН

125190, РФ, г. Москва,

ул. Усиевича, 20

Тел.: (499) 943-00-60

E-mail: studypavel@mail.ru


**ТЕЛЬНОВ Юрий Филиппович**

Доктор экономических наук, профессор,  
заведующий кафедрой прикладных  
информационных технологий  
и информационной безопасности

Российский экономический  
университет им. Г.В. Плеханова

117997, РФ, г. Москва,

Стремянный пер., 36

Тел.: (495) 958-25-56

E-mail: ytelnov@mail.ru

## Модель выбора и оценки организационных инноваций на предприятии с использованием математического аппарата нечеткой логики

### Аннотация

Предметом исследования является механизм создания и внедрения организационных инноваций на предприятиях. В качестве теоретической основы разработанного механизма использована компонентная методология создания и внедрения организационных инноваций, направленных на реализацию стратегических целей развития предприятия. Новизна предложенного механизма заключается в учете факторов неопределенности развития предприятия на основе использования математического аппарата нечеткой логики. Такой механизм позволяет выбирать оптимальный метод управления, основанный на использовании нечетких множеств. Его важным элементом является разработанный экономико-математический инструментарий оценки эффективности организационных методов управления.

Данный экономико-математические модели оценки организационных методов управления на основе применения методов нечеткой логики и оптимизации организационных мероприятий по созданию и внедрению организационных инноваций должны стать методологической основой экспертных систем поддержки принятия решений по стратегическому управлению предприятием, а также решения широкого круга задач, касающихся инновационного менеджмента. Научная новизна полученных результатов заключается в новом подходе к обоснованию принятия решений в условиях неопределенности и неполноты исходных данных с использованием нечетких методов.

### ВВЕДЕНИЕ

Ускорение темпов научно-технического прогресса, глобализация мировой макроэкономической системы и переход к более сложным формам организации производственной деятельности привели к возникновению нового типа инноваций, относящихся не к товарам или услугам, а к модели управления организацией как целостной экономической системой. Организационные инновации (ОИ) позволяют развивать предприятие, достигая заданного уровня состояния производственных отношений, расходуя при этом минимальное количество материально-технических ресурсов [8]. Кроме того, ОИ поддаются стандартизации нормативными актами.

Экономика в ряде быстроразвивающихся стран изменяется настолько динамично, что потребность в ОИ все время возрастает, так как организационные инновации являются одной из наиболее действенных мер по повышению эффективности деятельности предприятий в условиях рыночной конкуренции. Поэтому необходимость оптимизации показателей экономической эффективности организационных инноваций в деятельности производственных предприятий в зависимости от изменчивых факторов

экономического развития является значимой научной проблемой, требующей своего решения.

В связи с тем что мероприятия по созданию и внедрению ОИ относятся к мерам административного характера или к организационно-распорядительным мерам, процессы их осуществления целесообразно оптимизировать как вспомогательные бизнес-процессы, не связанные непосредственно с материальными потоками в ходе производственно-технологической деятельности предприятия. Совершенствование процессов управления тесно связано с получением управленческих решений о выборе организационных методов управления (ОМУ) и их адаптации к условиям функционирования предприятия, т.е. сводится к разработке и внедрению организационных инноваций [6]. Целью статьи является разработка экономико-математического инструментария создания и внедрения организационных инноваций на предприятиях. Достижение указанной цели потребовало решения следующих основных задач: анализа и развития методологии организационных методов управления; разработки модели оценки и выбора организационных инноваций.

## Model for Selection and Assessment of Organisational Innovation at an Enterprise Using the Mathematical Apparatus of Fuzzy Logic

### Abstract

The subject of the study is the mechanism for creating and implementing organizational innovation at enterprises. The theoretical base of the developed mechanism is the component methodology for creating and introducing organizational innovation aimed at implementing strategic goals of the enterprise development. The novelty of the proposed mechanism lies in considering the uncertainties in the development of the enterprise with the application of the mathematical apparatus of fuzzy logic. It allows choosing the optimal control method based on the use of fuzzy sets. An important element of the proposed mechanism is the developed economic and mathematical tools for assessing the effectiveness of organisational management methods.

The developed economic and mathematical models for evaluating organisational management methods based on the application of fuzzy logic methods and optimization of organisational measures for the creation and introduction of organisational innovation should become the methodological basis of expert decision support systems for strategic enterprise management and help in solving a wide range of problems related to innovation management. The scientific novelty of the results lies in a new approach to the justification of decision-making under conditions of uncertainty and incompleteness of initial data based on fuzzy methods.

Эффективность деятельности предприятия улучшается при замене традиционных методов управления новейшими (инновационными) методами. Внедрение ОМУ всегда связано с некоторой организационной инновацией, диффузия которой сопровождается постепенной заменой применявшихся ранее новыми реализациями более современных методов управления. При этом должно отмечаться повышение интегральных показателей эффективности деятельности предприятия или нескольких предприятий, если отношения между ними допускают тиражирование инновационных методов управления, перенесение их с одного предприятия на другое [19].

### МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ИННОВАЦИЙ

В научной литературе проблеме создания и внедрения организационных инноваций посвящено достаточно научных трудов, однако многие вопросы, связанные с данной проблемой, до сих пор не имеют однозначного решения. Наибольший вклад в решение рассматриваемой проблемы внесли следующие авторы. Вопросам влияния организационных инноваций на устойчивое развитие предприятия в условиях быстро меняющейся внешней среды посвящены работы D. Dunphy, A. Griffiths, S. Benn, H. Chandan, I. Urhuogo [22]. Особенности

корпоративной культуры, национальной специфики, различий в менталитете и подходах при осуществлении организационных инноваций на предприятиях в различных странах рассматриваются в работах С. Gijssels, L. Zhao, S. Novkovic, M. Crossan, M. Araydin [24]. Вопросам обоснования организационных инноваций на предприятиях и эффективности управления ими посвящены труды С. Rossignoli, M. Gatti, R. Agrifoglio, K. Fryer, J. Antony, A. Douglas [25]. Проблему осуществления эффективных организационных инноваций, направленных на преодоление излишней зарегулированности и стандартизованности в управлении предприятием, мешающих его адаптации к воздействиям внешней среды и реализации интенсивного развития при сохранении устойчивого функционирования, анализируют D. Boje [20], R. Kaplan, D. Norton [26].

Среди отечественных ученых большое внимание анализу рассматриваемой проблемы уделено в работах Б.Н. Авдонина, А.М. Батьковского, Ю.Ф. Тельнова и др. [3; 4; 15; 18].

ОИ создаются и внедряются с целью внесения изменений в сложившиеся на предприятии ОМУ. Изменения в ОМУ выражаются в пересмотре архитектуры предприятия. ОМУ предприятия затрагивают элементы его организационной структуры, обособленно отвечающие

▶ **Mikhail A. BATKOVSKIY**  
*Cand. Sc. (Econ.), Leading Researcher*

**AO Research and Test Center  
"INTELEKTRON"**  
**111123, RF, Moscow,  
Plekhanova St., 4a**  
**Phone: (495) 545-42-56**  
**E-mail: batkovsky@yandex.ru**

▶ **Pavel A. KALACHIKHIN**  
*Cand. Sc. (Econ.), Sr. Researcher*

**All-Russian Institute for Scientific  
and Technical Information (VINITI)  
of the Russian Academy of Sciences**  
**125190, RF, Moscow,  
Usievicha St., 20**  
**Phone: (499) 943-00-60**  
**E-mail: studypavel@mail.ru**

▶ **Yuriy F. TELNOV**  
*Dr. Sc. (Econ.), Professor,  
Head of Applied Information Technology  
and Information Security Dept.*

**Plekhanov Russian University  
of Economics**  
**117997, RF, Moscow,  
Stremyanny Lane, 36**  
**Phone: (495) 958-25-56**  
**E-mail: ytelnov@mail.ru**

### Ключевые слова

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ИННОВАЦИИ  
ПРЕДПРИЯТИЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА  
ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА

### Keywords

ORGANISATIONAL INNOVATION  
ENTERPRISE  
MODELLING  
FUZZY LOGIC  
EXPERT ASSESSMENT

### JEL classification

**M11, C65**

за определенный круг функций [21]. В связи с этим прослеживается связь элементов организационной структуры управления предприятием с количественными показателями оценки и критериями выбора ОМУ и их адаптации через систему ОИ к условиям функционирования предприятий. Установление данной связи предполагает обоснование выбора ОМУ предприятием и оценку ожидаемых показателей эффективности от их внедрения при помощи инструментария стратегических карт развития предприятия на основе ОИ. Показатели вышестоящего уровня, относящиеся к экономической эффективности деятельности предприятия в целом, формируются под влиянием положительного эффекта от внедрения ОИ. Достижение стратегических целей в результате осуществления мероприятий по внедрению ОМУ оценивается набором ключевых показателей эффективности [17]. Далее должны формулироваться критерии оптимизации проектов внедрения ОИ, гарантирующие достижение целевых значений показателей эффективности, внесенных в стратегию развития предприятия.

Применение разнообразных ОМУ обусловлено различиями в характере производимых затрат и глубине инновационных преобразований предприятия. В связи с этим целесообразно провести анализ различных ОМУ для выбора наиболее эффективных методов с позиции достижения стратегических целей по развитию предприятия, экономии используемых ресурсов на стадиях подготовки и использования ОИ, адаптивности к изменениям конкурентной среды [13]. В качестве основных ОМУ, определяющих характер механизма управления предприятиями, рассмотрим: управление бизнес-процессами (business-process management, BPM); управление знаниями (knowledge management, KM); управление качеством (total quality management, TQM); бережливое производство (lean production, LP); непрерывное совершенствование процессов (continuous process improvement, CPI) [5]. При создании и внедрении ОИ сначала следует произвести выбор ОМУ на основе анализа их параметров (характеристик).

Первый этап является наиболее важным, так как от принятого решения по выбору ОМУ зависит, насколько адекватной текущему состоянию предприятия будет создаваемая ОИ и принесет ли она ожидаемый экономический эффект при использовании на предприятии.

Второй этап связан с проектированием ОИ. На этом этапе решаются задачи по выполнению проектных работ на основании методов инжиниринга бизнес-процессов, формирования сбалансированных систем показателей, оптимизации организационной структуры, проектирования информационных систем, оценки инновационного потенциала предприятия и т.д. [1]. Помимо этого проектирование ОИ предусматривает адаптацию ОМУ к специфическим условиям реальной деятельности предприятия. Сочетание первых двух этапов следует рассматривать как укрупненный этап создания ОИ.

На третьем этапе происходит формирование мероприятий по подготовке ОИ к внедрению на основе выбранных ОМУ, полученных на предыдущем этапе. Внедрение есть реализация ОИ в конкретных условиях деятельности предприятия. Именно результаты внедрения ОИ окончательно определяют успех всего проекта. Внедрение ОМУ затрагивает разные аспекты деятельности предприятия в рамках выполнения процессов подготовки, разработки и сопровождения ОИ. Мероприятия по внедрению ОИ связаны с выделением и подготовкой ресурсной базы для эксплуатации инновации – изменением организационной структуры предприятия, набором, подготовкой, обучением и мотивацией кадров и др. Комплексность задачи

заключается в том, что проведение отдельных мероприятий на узком участке работ не способно обеспечить полное внедрение ОИ на предприятии.

На четвертом этапе необходимо дать оценку ожидаемым результатам от внедрения ОИ, рассчитанным на основании аналитических данных, полученных в ходе моделирования процессов создания и внедрения ОИ и выраженных в показателях экономической эффективности. Для окончательного выбора ОИ в доступном списке альтернативных вариантов следует выделить ОИ с наилучшими показателями ожидаемой экономической эффективности, используя в составе критерия отбора целевую функцию, содержащую прогноз экономической эффективности ОИ [2].

Отличительной особенностью предлагаемой компонентной методологии создания и внедрения ОИ является пошаговое выполнение процессов выбора, проектирования, внедрения и оценки компонент, полученных в результате декомпозиции организационных инноваций на организационные методы управления, методы проектирования и мероприятия по внедрению ОИ, которые выбираются из базы знаний лучших практик. Оценка характеристик некоторого подмножества компонент ОИ с помощью набора ключевых показателей эффективности (KPI – key performance indicators) требует использования нечеткой логики и экспертных методов. Указанные математические методы предназначаются для оценки качественных характеристик ОМУ и мероприятий по внедрению ОИ с учетом принятой на предприятии стратегии развития. Эти компоненты ОИ сложно оценить при помощи традиционных вычислительных методов, тем более в условиях неполноты имеющейся информации. В связи с необходимостью снижения трудоемкости вычислений, осуществляемых ручным способом, возникает потребность в создании систем поддержки принятия решений на основании программной реализации предложенных методов и разработанных моделей [7].

Сложность обоснования выбора ОМУ для предприятия обусловлена математической неформализуемостью решения задач выделения целей, системы оценивающих показателей и мероприятий. Например, внедрение методов управления бизнес-процессами на предприятии способствует повышению производительности труда работников или улучшению координации работы подразделений, уменьшению простоев [11]. В силу качественного характера задачи обоснования ОИ на предприятиях наиболее целесообразным инструментом решения является статическая экспертная система, основанная на производственных правилах нечеткой логики. При этом большое значение приобретает сочетание систем управления знаниями и экспертных систем.

С помощью системы управления знаниями возможно проведение классификационной группировки видов ОМУ, определяющей набор факторов для более детальной оценки, выполняемой экспертной системой. Таким образом, с помощью системы управления знаниями фактически формируется структура базы знаний экспертной системы, применяемой при оценке стратегических решений.

Формализуем постановку задачи выбора ОМУ  $K_{opt}$  из множества  $K$  таких ОМУ, которые оказывают влияние на состав и взаимосвязи компонентов организационной структуры предприятия и на характер целевой функции  $f$ , определяющей оптимальные значения результатных показателей  $KPI$  стратегических целей:

$$\mathcal{K}_{opt} = \{ \mathcal{K}_{opt} | \exists k_i \in \mathcal{K}_{opt} \subset \mathcal{K} \quad f(\overline{KPI}_{k_i}) > \theta_{min} \}, \quad (1)$$

где  $k_i$  –  $i$ -й ОМУ;

$\mathcal{K}$  – множество ОМУ, отбираемых для внедрения;  
 $\widetilde{KPI}_{k_i}$  – множество нечетких  $KPI_{ij}$ , соответствующих  $i$ -му ОМУ, а  $\widetilde{KPI}_{ij}$  – нечеткий  $KPI$  вида  $\langle KPI_{ij}, CF_{KPI_{ij}} \rangle$ , где  $KPI_{ij}$  –  $j$ -й ключевой показатель эффективности  $i$ -го ОМУ ( $KPI_{ij} = \{1, 0\}$ ) и  $CF_{KPI_{ij}}$  – фактор уверенности значения  $j$ -го  $KPI$   $i$ -го ОМУ ( $0 \leq CF_{KPI_{ij}} \leq 100$ );  
 $f$  – функция линейной свертки множества  $\widetilde{KPI}_{k_i}$  нечетких  $KPI$ ;  
 $\theta_{min}$  – пороговое значение свертки нечетких  $KPI$  для отбора ОМУ;  
 $i = 1 \dots m$  ( $m = |\mathcal{K}|$ );  
 $j = 1 \dots n$ ;  
 $n$  – количество  $KPI$ .

В том случае, если ни один из ОМУ не соответствует ресурсным ограничениям, на место  $K_{opt}$  подставляется пустое множество  $\emptyset$ .

Если необходимо выбрать единственный ОМУ  $k_{opt}$ , т.е.  $|K_{opt}| = 1$ , тогда

$$k_{opt} = \left\{ \exists k_{opt} \in \mathcal{K} \ k_{opt} = \max_{\mathcal{K}} f(\widetilde{KPI}_{k_i}) \right\}, \quad (2)$$

где все обозначения совпадают с расшифровкой формулы (1).

Ограничения на использование ресурсов задаются в виде неравенства

$$\sum_{u=1}^m \sum_y K(R_{uy}) \leq \sum_{u=1}^m C_u, \quad (3)$$

где  $K(R_{uy})$  – стоимостная оценка ресурсных затрат  $R_{uy}$  на создание  $u$ -й ОИ по  $y$ -й статье расходов;  $C_u$  – стоимость имеющихся в распоряжении средств на создание  $u$ -й ОИ  $O_u$ ;  $m$  – количество создаваемых ОИ ( $m = |\mathcal{O}|$ ).

Каждая  $u$ -я ОИ  $O_u$  создается на основании выбора и применения одного или нескольких организационных методов управления  $k_{ui} \in \mathcal{K}_u \subset \mathcal{K}$ :

$$O_u = O_u(\mathcal{K}_u) = O_u(\{k_{ui}\}). \quad (4)$$

Процесс внедрения множества  $\mathcal{K}$  ОМУ следует рассматривать как совокупность  $\mathcal{X}$  мероприятий, связанных с достижением цели, содержащейся в стратегии развития предприятия:

$$\psi: \mathcal{K} \rightarrow \mathcal{X}. \quad (5)$$

Каждая ОИ имеет собственные условия применения, собственную методику оценки своей эффективности и границы по отношению к своему месту в архитектуре предприятия:

$$E_{O_u} = g_u(O_u(\mathcal{K}_u)), \quad (6)$$

где  $E_{O_u}$  – эффективность ОИ  $O_u$ , создаваемой на основании подмножества организационных методов управления  $\mathcal{K}_u \subset \mathcal{K}$ ;  $g_u$  – функция оценки ожидаемой эффективности ОИ  $O_u$ .

Выбор функции  $g_u$  можно осуществить интерактивными методами с участием экспертов. Объединив набор из всех ОИ, которые будут внедряться на предприятии, в множество  $\mathcal{O}$ , получаем выражение для оценки ожидаемой эффективности управления предприятием в целом:

$$E_{\mathcal{O}} = g_{\Sigma}(E_{O_u}, W_{uj}), \quad (7)$$

где  $E_{\mathcal{O}}$  – эффективность управления предприятием в целом, полученная в результате внедрения новых ОМУ;  $g_{\Sigma}$  – функция свертки показателей  $E_{O_u}$  ожидаемой экономической эффективности ОИ  $O_u \subset \mathcal{O}$ , создаваемых на основании подмножества организационных методов управления  $\mathcal{K}_u \subset \mathcal{K}$ , по весовым коэффициентам  $W_{uj}$ .

При вычислении свертки показателей ожидаемой эффективности организационных инноваций используется множе-

ство весовых коэффициентов  $W_{uj}$ , для которых должно выполняться условие нормировки:

$$\sum_{u=1}^m \sum_{j=1}^n W_{uj} = 1, \quad (8)$$

где  $W_{uj}$  – весовой коэффициент  $u$ -го  $KPI$  по  $j$ -й ОИ;  $m$  – количество ОИ ( $m = |\mathcal{O}|$ );  $n$  – количество  $KPI$ .

Суммарный весовой коэффициент  $W_u$  отдельной ОИ  $O_u$  предлагается рассчитывать как долю стоимости создания  $Z_u$  данной организационной инновации в суммарных затратах на модернизацию предприятия путем создания множества из  $m$  организационных инноваций:

$$W_u = \frac{Z_u}{\sum_{z=1}^m Z_z}. \quad (9)$$

Необходимость использования весовых коэффициентов обусловлена тем, что вклад разных ОИ в увеличение эффективности управления предприятием неравноценен, так как организационные инновации различаются по широте охвата функций управления предприятием. Кроме того, использование весовых коэффициентов создает равные условия для ОИ с разным количеством  $KPI$ .

### ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Стратегия развития любого предприятия может быть представлена в виде так называемой «стратегической карты», содержащей множество целей [27]. Каждой из целей соответствует набор плановых значений показателей  $KPI$ , также прилагается комплекс мероприятий необходимых для достижения поставленных целей.

При этом между показателями  $KPI$  и ОМУ имеется тесная корреляция, выражающаяся в том, что организационные методы управления ставятся при помощи отображения  $\phi$  в соответствие с некоторыми наборами значений  $KPI$ , которые должны быть достигнуты:

$$\phi: k_i \rightarrow \{KPI_{ij}\}, \quad i = 1 \dots m, \quad j = 1 \dots n, \quad (10)$$

где  $k_i$  –  $i$ -й ОМУ;  $KPI_{ij}$  –  $j$ -й  $KPI$   $i$ -го ОМУ;  $m$  – количество ОМУ ( $m = |\mathcal{K}|$ );  $n$  – количество  $KPI$ .

ОМУ могут быть свойственны следующие характеристики, представляемые в виде  $KPI$ :

- динамичность (способность постоянно развиваться)  $KPI_1$ ;
- системность (наличие большого числа взаимозависимых элементов)  $KPI_2$ ;
- автоматизируемость (использование информационных технологий)  $KPI_3$ ;
- интегрируемость (взаимодействие с внешним окружением)  $KPI_4$ ;
- управляемость (гибкость управления)  $KPI_5$ ;
- адаптивность (приспособляемость к конкретным условиям)  $KPI_6$ ;
- информированность (владение необходимыми информационными ресурсами)  $KPI_7$ ;
- безопасность (степень защищенности)  $KPI_8$  и др.

Для оценки обозначенных характеристик сложно подобрать формулы в виде способов получения относительных показателей, выраженных в процентах или рейтинговых единицах, поэтому предпочтительнее использовать нечеткие булевские переменные (двузначные шкалы) [26]. Придерживаясь компонентного подхода к формализации ОИ, следует дать пояснение, что каждая из характеристик может быть разбита еще на несколько дочерних характеристик.

Принадлежность той или иной характеристики данному ОМУ задается как свойство, обладающее бинарным значением «принадлежит» или «не принадлежит». Предлагается диагностировать в процессе проектирования ОИ наличие или отсутствие тех или иных характеристик у ОМУ, используя базу знаний, основанную на опыте квалифицированных специалистов.

В таком случае нечеткие бинарные  $\overline{KPI}$  будут находиться по формуле

$$\overline{KPI} = \langle 1; CF \text{ fuzz} \left( \frac{\sum_{e=1}^N KPI_e}{N} \right) \rangle = \langle 0; CF 1 - \text{fuzz} \left( \frac{\sum_{e=1}^N KPI_e}{N} \right) \rangle, \quad (11)$$

где  $CF$  – обозначение фактора уверенности;  $KPI_e$  – оценка  $KPI$   $e$ -м экспертом;  $N$  – количество экспертов в составе экспертной группы.

Функция  $\text{fuzz}$  также может быть линейной, в таком случае  $CF_{KPI_j} = KPI_j$ . Помимо признака включения в состав  $KPI$ , для каждой характеристики  $KPI_{ij}$  при помощи отображения  $\omega$  должна задаваться весовая важность  $V_{ij}$ :

$$\omega: k_i \rightarrow \{V_{ij}\}, \quad i = 1 \dots m, \quad j = 1 \dots n, \quad (12)$$

где  $m$  – количество ОМУ  $KPI_j$  ( $m = |\mathcal{K}|$ );  $n$  – количество  $KPI$ .

Определяя отображение  $\omega$ , следует руководствоваться принципами адаптивности, гибкости и адекватности. Для этого необходимо ранжировать все  $KPI$  относительно заданного  $j$ -го ОМУ, получив список приоритетов  $H_i(KPI_j)$ . Например, для ОМУ, сильно зависящих от средств автоматизации, следует давать больший приоритет  $KPI$ , связанным с информационными технологиями и т.п. [12].

В таком случае весовые коэффициенты будут рассчитываться следующим образом:

$$V_{ij} = \frac{H_i(KPI_j)}{1 + 2 + \dots + n}. \quad (13)$$

Расчет весовых коэффициентов методом ранжирования обеспечивает выполнение условия нормировки  $n$  весовых коэффициентов  $V_{ij}$ :

$$\sum_{j=1}^n V_{ij} = 1. \quad (14)$$

Функция  $f$  свертки нечетких  $KPI$   $\overline{KPI}_{ij}$  по весовым коэффициентам  $V_{ij}$  принимает следующий вид:

$$f(\overline{KPI}_{k_i}, V_{k_i}) = \sum_{j=1}^n (CF_{KPI_{ij}} \cdot V_{ij}), \quad (15)$$

где  $\overline{KPI}_{k_i}$  – множество оценок нечетких  $KPI$   $\overline{KPI}_{ij}$  по  $i$ -му ОМУ  $k_i$ ;  $V_{k_i}$  – множество весовых коэффициентов  $V_{ij}$ ;  $CF_{KPI_{ij}}$  – фактор уверенности нечеткого  $\overline{KPI}_{ij}$ ;  $n$  – количество  $KPI$ .

Типовой набор  $\mathcal{X}_{proj} \subset \mathcal{X}$  мероприятий по проектированию ОИ включает следующие их виды:

- подготовка и обучение кадров  $x_{proj}^1$ ;
- распределение сотрудников по решаемым задачам, распределение ролей и ответственности между ними  $x_{proj}^2$ ;
- изменение организационной структуры предприятия  $x_{proj}^3$ ;
- разработка и конфигурирование программного обеспечения, в том числе баз данных,  $x_{proj}^4$ ;
- подготовка проектной документации по создаваемой организационной инновации, в том числе профилей по стандартам качества,  $x_{proj}^5$ .

$$\mathcal{X}_{proj} = \{x_{proj}^1, x_{proj}^2, x_{proj}^3, x_{proj}^4, x_{proj}^5\}. \quad (16)$$

Типовой набор  $\mathcal{X}_{int} \subset \mathcal{X}$  мероприятий по внедрению ОИ включает следующие их виды:

- набор и мотивация кадров  $x_{int}^1$ ;

- формирование проектных команд из сотрудников  $x_{int}^2$ ;
- выполнение сотрудниками задач, поставленных перед ними руководством предприятия,  $x_{int}^3$ ;
- закупка, установка, настройка и развертывание техники, в том числе компьютеров и средств связи, а также закупка программного обеспечения  $x_{int}^4$ ;
- подготовка сопроводительной документации по создаваемой организационной инновации  $x_{int}^5$ .

$$\mathcal{X}_{int} = \{x_{int}^1, x_{int}^2, x_{int}^3, x_{int}^4, x_{int}^5\}. \quad (17)$$

Каждому мероприятию  $x \in \mathcal{X}$  по реализации ОИ соответствует некоторый набор показателей эффективности  $KPI_{qj}$ :

$$\tau: x_q \rightarrow \{KPI_{qj}\}, \quad q = 1 \dots t, \quad j = 1 \dots n, \quad (18)$$

где  $t$  – количество мероприятий;  $n$  – количество  $KPI$ .

Показатели эффективности мероприятий по внедрению организационной инновации рассчитываются аналогично методике оценки нечетких характеристик ОМУ (11). Целевую функцию оптимизации эффективности  $E_{O_u}$  ОИ  $O_u$  можно выразить следующим образом:

$$E_{O_u} = g_u \left( \begin{array}{l} (\overline{KPI}_1(x_{proj}^1), \overline{KPI}_2(x_{proj}^1), \dots, \overline{KPI}_n(x_{proj}^1)), \dots, \\ (\overline{KPI}_1(x_{proj}^t), \overline{KPI}_2(x_{proj}^t), \dots, \overline{KPI}_n(x_{proj}^t)); \\ (\overline{KPI}_1(x_{int}^1), \overline{KPI}_2(x_{int}^1), \dots, \overline{KPI}_n(x_{int}^1)), \dots, \\ (\overline{KPI}_1(x_{int}^t), \overline{KPI}_2(x_{int}^t), \dots, \overline{KPI}_n(x_{int}^t)) \end{array} \right), \quad (19)$$

где  $g_u$  – методика оценки эффективности ОИ  $O_u$ ;  $\overline{KPI}_j$  – нечеткий булевский  $KPI$ ;  $x_{proj}^q$  –  $q$ -е мероприятие по проектированию ОИ  $O_u$ ;  $x_{int}^q$  –  $q$ -ое мероприятие по созданию ОИ  $O_u$ ;  $t_{proj} = |\mathcal{X}_{proj}|$ ;  $t_{int} = |\mathcal{X}_{int}|$ ;  $n$  – количество  $KPI$ .

Изложенные ранее соображения об оптимизации ОИ выражаются следующим образом:

$$E_{O_u} \rightarrow \max, \quad u = 1 \dots m, \quad (20)$$

где  $E_{O_u}$  – эффективность  $u$ -й ОИ,  $O_u \in \mathcal{O}$ ;  $m$  – количество создаваемых ОИ,  $m = |\mathcal{O}|$ .

При обращении к функции  $g_u$  должна происходить деагрегация объединения нечетких показателей эффективности  $\overline{KPI}_j$  по мероприятию  $x_a$  одним из возможных способов. Таким образом, перед нами возникает задача нечеткой многокритериальной оптимизации. В общем виде данную задачу можно решить методом Саати, методом Гурвица, методом линейной свертки весовых коэффициентов и другими известными методами многокритериальной оптимизации в зависимости от требуемой точности для конечных результатов расчетов. Решая оптимизационную задачу, следует учитывать ресурсные ограничения (3) на создание множества  $\mathcal{O}$  организационных инноваций.

#### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗРАБОТАННОЙ МОДЕЛИ

Организационные методы управления являются основой для создания организационных инноваций, которые выступают результатом их внедрения. При этом следует учитывать, что создание ОИ в общем случае может быть основано на внедрении сразу нескольких ОМУ. В процессе данного внедрения происходит адаптация ОИ к внутренней среде предприятия, но организационная инновация обязательно содержит в себе новизну, обеспечивая тем самым собственную экономическую эффективность.

Проблема внедрения ОИ относится к созданию организационных предпосылок (обучению, мотивации, должной подготов-

ке всех ресурсов, оптимизации организационной структуры), но основное внимание в данной статье уделено проблеме выбора оптимальной организационной инновации из доступных вариантов и ее адаптации к реальным условиям деятельности предприятий путем реализации необходимых мер. Для решения данной задачи целесообразно использовать предлагаемые критерии такого выбора, а также разработанную экономико-математическую модель, по которой можно сделать выводы о прогнозируемых результатах внедрения [23].

Об организационных инновациях, начиная с того времени, как этот термин впервые появился в научной литературе, было написано немало научных работ, особенно английскими и американскими экономистами [24]. Однако на сегодняшний день подробно исследована только теоретико-экономическая сторона данного вопроса. Конкретные экономико-математические модели или методы оценки количественных показателей, связанных с ОИ, по мере их появления по-прежнему являются актуальной темой для научных дискуссий о том, какая количественная модель организационных инноваций наиболее совершенна. Самым слабым местом в подобных разработках являются математические методы, ограниченные статистическими формулами или элементарными выкладками, не соответствующие современному уровню развития математических методов в экономике.

В связи с развитием информационных технологий организационные инновации все чаще рассматриваются в контексте средств автоматизации экономической деятельности. Внедрение ОИ как меры по управлению предприятием с целью оптимизации его деятельности основано на реинжиниринге бизнес-процессов [14]. Реинжиниринг является примером, демонстрирующим, как на основании типового ОМУ могут быть разработаны уникальные организационные инновации [16].

Согласно теории принятия решений по Г. Саймону, большинство менеджеров, принимая решения, действуют в сложных условиях неопределенности, нехватки информации, полагаясь более на свою интуицию, чем на рациональные соображения. Данная теория вполне адекватно переносится на принятие решений, связанных с внедрением организационных инноваций на предприятиях. В связи с этим авторами предлагается использовать нечеткую логику, являющуюся удобным средством для устранения последствий неопределенных факторов.

В целом справедливо утверждать, что в опубликованных ранее исследованиях разных авторов рассматриваются только отдельные ОИ, а не их система. Главным выводом по проведенному анализу является утверждение, что разработанность проблемы внедрения организационных инноваций находится еще только на стадии построения обособленных моделей, математический аппарат которых недостаточно сильно развит. Следовательно, требуется применение системного подхода к обоснованию ОИ и их выбору в процессе внедрения, – именно эта задача решается в данной статье. В дальнейшем необходимо разработать механизмы внедрения конкретных организационных инноваций, но это является темой отдельного исследования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование компонентной методологии для создания и внедрения организационных инноваций позволяет рассматривать процессы внедрения ОМУ в качестве плановых мероприятий по проведению системных преобразований предприятия, подчиненных стратегическим целям его развития. Помимо этого, системный подход дает возможность перейти от применения отдельных методов к комплексному использованию различных организационных методов управления в качестве комбинированного ОМУ. Серьезным преимуществом, достигнутым при помощи предложенной методологии, стала возможность учитывать специфику классов ОМУ при их оценке и выборе.

Применение компонентной методологии дает возможность произвести анализ компонент таких структурно сложных объектов, как стратегия предприятия, организационная инновация, организационный метод управления, мероприятие по проектированию и внедрению организационного метода управления. Вследствие этого компонентная методология создает основания для количественного моделирования процессов проектирования и внедрения организационных инноваций, рассматриваемых ранее только на качественном уровне.

Изложенная компонентная методология выбора и адаптации ОМУ для создания организационных инноваций и предложенные математические методы рекомендуются к применению на предприятиях высокотехнологичных отраслей, особенно нуждающихся в эффективном управлении.

Однако, несмотря на конкретность и научно-практическую значимость достигнутого результата, приведенная в статье задача оценки характеристик ОМУ не может быть признана окончательно решенной, так как вместо экспертных методов, критикуемых многими авторами за субъективность и неадекватность получаемых с их помощью оценок величин, необходимо подобрать аналитические выражения для оценки характеристик организационных методов управления, заменив непрерывными величинами булевские переменные наличия у организационных методов управления тех или иных характеристик. Аналитические выражения, задающие зависимости КРП ОМУ от первичных показателей, будут вычисляться на основании данных, полученных в результате диагностики внутреннего состояния предприятия.

В дальнейшем было бы полезно дать обоснование выбору конкурентной, инновационной и других видов стратегий предприятий с учетом возможности автоматизации решения данных задач при помощи разработки соответствующих программных модулей интеллектуальных информационных систем [9; 10]. В таком случае системы поддержки принятия решений смогут функционировать на основании математического обеспечения, включающего предложенные в настоящей статье математические модели и методы. ■

**Библиографическая ссылка:** Батьковский М.А., Калачихин П.А., Тельнов Ю.Ф. Модель выбора и оценки организационных инноваций на предприятии с использованием математического аппарата нечеткой логики // Управленец. 2017. №5(69). С. 18–25.

**For citation:** Batkovskiy M.A., Kalachikhin P.A., Telnov Yu.F. Model for Selection and Assessment of Organisational Innovation at an Enterprise Using the Mathematical Apparatus of Fuzzy Logic. *Upravlenets – The Manager*, 2017, no. 5(69), pp. 18–25.

## Источники

1. Авдошин С.М., Шатилов М.П. Онтологический инжиниринг // Бизнес-информатика. 2007. № 2(2). С. 3–14.
2. Андреев В.А. Прогнозирование коммерческого успеха российских инновационных проектов // Форсайт. Foresight-Russia. 2010. № 4. С. 16–25.
3. Батьковский А.М. Методологические основы формирования программ инновационного развития предприятий радиоэлектронной промышленности // Экономика, предпринимательство и право. 2011. № 2. С. 38–54.
4. Батьковский А.М. Методологические проблемы совершенствования анализа финансовой устойчивости предприятия радиоэлектронной промышленности // Экономика, предпринимательство и право. 2011. № 1. С. 30–44.
5. Батьковский А.М. Развитие организационно-экономического механизма управления предприятиями на основе кластерного подхода и информационных технологий // Электронная промышленность. 2014. № 3. С. 21–36.
6. Батьковский М.А., Балычев С.Ю. Организационно-экономический механизм инновационного планирования на основе управления стоимостью предприятия // Новая наука: теоретический и практический взгляд. 2016. № 6-1(87). С. 33–36.
7. Бобрышев А.Д., Тарабрин М.Б., Тарабрин К.М. Анализ динамики развития представлений о бизнес-моделях и основных подходов к их построению // Тонкие химические технологии. 2014. № 4. С. 80–87.
8. Бородакий Ю.В., Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Кравчук П.В. Моделирование процесса разработки наукоемкой продукции в оборонно-промышленном комплексе // Вопросы радиоэлектроники. 2014. № 2. С. 21–34.
9. Воронина Л.А., Ратнер С.В. Научно-инновационные сети в России: опыт, проблемы, перспективы. М.: ИНФРА-М, 2012.
10. Горденко Г.В. Перспективы развития инновационных сетей. URL: <http://refdb.ru/look/1671158.html>.
11. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов. М.: Финансы и статистика, 2006.
12. Костров А.В. Оценка уровня развития информационных систем. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012.
13. Сумина Е.В. Устойчивые конкурентные преимущества компании на основе концепции ключевых компетенций // Решетневские чтения. 2011. Т. 2. № 15. С. 792–793.
14. Тарабрин М.Б., Тарабрин К.М. Исследование конкурирующих концепций бизнес-модели с целью определения генезиса и идентификации понятия // Страховое дело. 2014. № 6(255). С. 49–64.
15. Тельнов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов: Компетентная методология. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2004.
16. Тельнов Ю.Ф., Федоров И.Г. Инжиниринг предприятия и управление бизнес-процессами. Методология и технология. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015.
17. Титов С.А., Титова Н.В., Чернышев В.П., Титаренко Р.Б. Стратегические инновации: комплексный подход к созданию конкурентных преимуществ путем инноваций в бизнес-модели компании // Фундаментальные исследования. 2015. № 10-1. С. 193–197.
18. Финансовое оздоровление и развитие предприятий радиоэлектронного комплекса в период посткризисного восстановления и модернизации российской экономики / Б.Н. Авдонин, И.В. Булава, К.Н. Мингалиев и др.: под ред. Б.Н. Авдонина. М.: Креативная экономика, 2010.
19. Berkowitz H., Dumez H. The Concept of Meta-Organization: Issues for Management Studies // European Management Review. 2016. Vol. 13. Iss. 2. P. 149–156. DOI: 10.1111/emre.12076.
20. Boje D. Organizational Change and Global Standardization: Solutions to Standards and Norms Overwhelming Organizations // Routledge Studies in Organizational Change & Development. Routledge, 2015.
21. Business Architecture Guide. A Guide to the Business Architecture Body of Knowledge Vol. 4.1. URL: [www.businessarchitectureguild.org/news/201398/Press-Releases-Business-Architecture-Guild-Releases-A-Guide-to-the-Bus.htm](http://www.businessarchitectureguild.org/news/201398/Press-Releases-Business-Architecture-Guild-Releases-A-Guide-to-the-Bus.htm).
22. Chandan H., Urhuogo I. Organizational challenges for innovation in information systems // Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference. 2012. March, 23–24. P. 43–48.
23. Chursin A., Tyulin A., Yudin A. The Model of Risk Assessment in the Management of Company's Competitiveness // Journal of Applied Economic Sciences. 2016. Vol. XI. Iss. 8(46). P. 1781–1790. URL: [http://cesmaa.eu/journals/jaes/files/JAES%20Winter%208\(46\)\\_online\\_last.pdf](http://cesmaa.eu/journals/jaes/files/JAES%20Winter%208(46)_online_last.pdf).
24. Crossan M.M., Apyadin M.A. Multi-dimensional framework of organizational innovation: a systematic review of the literature // Journal of Management Studies. 2010. № 47. P. 1154–1191. DOI: 10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x.
25. Fryer K., Antony J., Douglas A. Critical success factors of continuous improvement in the public sector // The TQM Magazine. 2007. № 8. P. 497–517.
26. Kaplan R., Norton D. Linking the balanced scorecard to strategy // California Management Review. 1996. № 1. P. 53–79.
27. Teece D.J. Business Models, Business Strategy and Innovation // Long Range Planning. 2010. № 43. P. 172–194. DOI:10.1016/j.lrp.2009.07.003.

## References

1. Avdoshin S.M., Shatilov M.P. Ontologicheskiy inzhiniring [Ontological engineering]. *Biznes informatika – Business Informatics*, 2007, no. 2(2), pp. 3–14.
2. Andreev V.A. Prognozirovaniye kommercheskogo uspekha rossyskikh innovatsionnykh proyektov [Forecasting the commercial success of Russian innovation projects]. *Forsayt – Foresight-Russia*, 2010, no. 4, pp. 16–25.
3. Batkovskiy A.M. Metodologicheskie osnovy formirovaniya programm innovatsionnogo razvitiya predpriyatiy radioelektronnoy promyshlennosti [Methodological foundations for the formation of innovative development programs for enterprises of the radio electronic industry]. *Ekonomika predprinimatel'stvo i pravo – Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*, 2011, no. 2, pp. 38–54.
4. Batkovskiy A.M. Metodologicheskie problemy sovershenstvovaniya analiza finansovoy ustoychivosti predpriyatiya radioelektronnoy promyshlennosti [Methodological foundations of the formation programs of innovative development of enterprises of electronic industry]. *Ekonomika predprinimatel'stvo i pravo – Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*, 2011, no. 1, pp. 30–44.
5. Batkovskiy A.M. Razvitie organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma upravleniya predpriyatiyami na osnove klasternogo podkhoda i informatsionnykh tekhnologiy [Development of the organisational and economic mechanism of enterprise management on the basis of the cluster approach and information technologies]. *Elektronnaya promyshlennost – Electronics Industry*, 2014, no. 3, pp. 21–36.
6. Batkovskiy M.A., Balychev S.Yu. Organizatsionno-ekonomicheskiy mekhanizm innovatsionnogo planirovaniya na osnove upravleniya stoimost'yu predpriyatiya [Organisational and economic mechanism of innovative planning based on enterprise value management]. *Novaya nauka: teoreticheskiy i prakticheskiy vzglyad – New Science: Theoretical and Practical View*, 2016, no. 6-1(87), pp. 33–36.
7. Bobryshev A.D., Tarabrin M.B., Tarabrin K.M. Analiz dinamiki razvitiya predstavleniy o biznes-modelyakh i osnovnykh podkhodov k ikh postroyeniyu [Analysis of the dynamics of the development of ideas about business models and the main approaches to their construction]. *Tonkiye khimicheskiye tekhnologii – Fine Chemical Technology*, 2014, no 4, pp. 80–87.
8. Borodakiy Yu.V., Avdonin B.N., Batkovskiy A.M., Kravchuk P.V. Modelirovaniye protsesssa razrabotki naukoemkoy produktsii v oboronno-promyshlennom komplekse [Modelling the process of developing high technology products in the defense-industrial complex]. *Voprosy radioelektroniki – Issues of Radio Electronics*, 2014, no. 2, pp. 21–34.
9. Voronina L.A., Ratner S.V. *Nauchno-innovatsionnye seti v Rossii: opyt, problemy, perspektivy* [Scientific and innovative networks in Russia: experience, problems, prospects]. Moscow: INFRA-M Publ., 2012.
10. Gordenko G.V. *Perspektivy razvitiya innovatsionnykh setey* [Prospects for the development of innovative networks]. Available at: <http://refdb.ru/look/1671158.html>.
11. Kalyanov G.N. *Modelirovaniye, analiz, reorganizatsiya i avtomatizatsiya biznes-protsessov* [Modeling, analysis, reorganization and automation of business processes]. Moscow: Finansy i statistika Publ., 2006.
12. Kostrov A.V. *Otsenka urovnya razvitiya informatsionnykh sistem* [Assessment of the level of development of information systems]. Vladimir: VIGU Publ., 2012.
13. Sumina Ye.V. Ustoychivye konkurentnye preimushchestva kompanii na osnove kontseptsii klyuchevykh kompetentsiy [Sustainable competitive advantages of the company based on the concept of key competencies]. *Reshetnevskie chteniya – Reshetnev's Readings*, 2011, vol. 2, no. 15, pp. 792–793.
14. Tarabrin M.B., Tarabrin K.M. Issledovanie konkuriruyushchikh kontseptsiy biznes-modeli s tsel'yu opredeleniya genezisa i identifikatsii ponyatiya [Research of competing concepts of the business model for the purpose of determining the genesis and identification of the concept]. *Strakhovoe delo – Insurance Business*, 2014, no. 6(255), pp. 49–64.
15. Telnov Yu.F. *Reinzhiniring biznes-protsessov: Kompetentnaya metodologiya* [Reengineering of business processes: Competent methodology]. Moscow: Finansy i statistika Publ., 2004.
16. Telnov Yu.F., Fedorov I.G. *Inzhiniring predpriyatiya i upravlenie biznes-protsessami. Metodologiya i tekhnologiya* [Enterprise engineering and business process management. Methodology and technology]. Moscow: YuNITI-DANA Publ., 2015.
17. Titov S.A., Titova N.V., Chernyshev V.P., Titarenko R.B. Strategicheskie innovatsii: kompleksnyy podkhod k sozdaniyu konkurentnykh preimushchestv putem innovatsiy v biznes-modeli kompanii [Strategic innovation: an integrated approach to creating competitive advantages through innovation in the company's business model]. *Fundamental'nye issledovaniya – Fundamental Research*, 2015, no. 10-1, pp. 193–197.
18. Avdonin B.N., Bulava I.V., Mingaliev K.N. et al. *Finansovoe ozdorovlenie i razvitie predpriyatiy radioelektronnogo kompleksa v period postkriznogo vosstanovleniya i modernizatsii rossyskoy ekonomiki* [Financial recovery and development of enterprises of the electronic complex in the period of post-crisis recovery and modernization of the Russian economy]. Moscow: Kreativnaya ekonomika Publ., 2010.
19. Berkowitz H., Dumez H. The Concept of Meta-Organization: Issues for Management Studies. *European Management Review*, 2016, vol. 13, iss. 2, pp. 149–156. DOI: 10.1111/emre.12076.
20. Boje D. *Organizational Change and Global Standardization: Solutions to Standards and Norms Overwhelming Organizations*. Routledge Studies in Organizational Change & Development. Routledge, 2015.
21. Business Architecture Guide. *A Guide to the Business Architecture Body of Knowledge Vol. 4.1*. Available at: [www.businessarchitectureguild.org/news/201398/Press-Releases-Business-Architecture-Guild-Releases-A-Guide-to-the-Bus.htm](http://www.businessarchitectureguild.org/news/201398/Press-Releases-Business-Architecture-Guild-Releases-A-Guide-to-the-Bus.htm).
22. Chandan H., Urhuogo I. Organizational challenges for innovation in information systems. *Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference*, 2012, March, 23–24. Pp. 43–48.
23. Chursin A., Tyulin A., Yudin A. The Model of Risk Assessment in the Management of Company's Competitiveness. *Journal of Applied Economic Sciences*, 2016, vol. XI, iss. 8(46), pp. 1781–1790. Available at: [http://cesmaa.eu/journals/jaes/files/JAES%20Winter%208\(46\)\\_online\\_last.pdf](http://cesmaa.eu/journals/jaes/files/JAES%20Winter%208(46)_online_last.pdf).
24. Crossan M.M., Apyaydin M.A. Multi-dimensional framework of organizational innovation: a systematic review of the literature. *Journal of Management Studies*, 2010, no. 47, pp. 1154–1191. DOI: 10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x.
25. Fryer K., Antony J., Douglas A. Critical success factors of continuous improvement in the public sector. *The TQM Magazine*, 2007, no. 8, pp. 497–517.
26. Kaplan R., Norton D. Linking the balanced scorecard to strategy. *California Management Review*, 1996, no. 1, pp. 53–79.
27. Teece D.J. Business Models, Business Strategy and Innovation. *Long Range Planning*, 2010, no. 43, pp. 172–194. DOI:10.1016/j.lrp.2009.07.003.