

# ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ МЕТОДАМИ НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**О.М. Шаталова**

*Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Россия*

В статье освещены результаты разработки методики формирования информационной базы для оценки эффективности технологических инноваций. Методика адаптирована к условиям управления технологическими инновациями на промышленных предприятиях, а также к системной концепции оценки эффективности с позиций нестохастической неопределенности. Представлены результаты исследования содержания и методически значимых условий формирования информационного обеспечения в оценке входных параметров модели нечеткого логического вывода показателя эффективности ТИ. В результате показана актуальность широкого спектра методов информационного обеспечения и значимость экспертных оценок как средства решения неопределенности; приведена экспликация факторов внутренней инновационной среды и разработаны средства экспертного оценивания, основанные на онтологии инновационного процесса. Разработанная методика информационного обеспечения позволяет составить развернутую и целостную картину об условиях реализации инновационного проекта на ранних стадиях его жизненного цикла, что служит основой для достоверной оценки эффективности, как критерия разработки решений в управлении технологическими инновациями.

**Ключевые слова:** инновации, системный подход, информация, методика, неопределенность, нечеткое моделирование, эффективность.

## **Введение**

Управление технологическими инновациями (ТИ) в производственной сфере промышленных предприятий является многоаспектным, сложно структурированным процессом. Условия высокой неопределенности и нечеткости информации об объекте ТИ, внутренней и внешней среде предприятия усложняют процесс управления и формируют высокую значимость функции оценки эффективности ТИ, как основного критерия разработки управленческих решений.

Сложившийся спектр методологических подходов, применяемых в оценке эффективности ТИ, имеет общее свойство – сопоставление (в различных формах) трех ключевых параметров эффективности: а) затрачиваемые ресурсы; б) сроки; в) целевой эффект. При этом высокую значимость приобретает условие полноты и достоверности информации о значениях данных параметров.

Методика информационного обеспечения в оценке эффективности ТИ как фиксированная совокупность способов, приемов, инструментов решения определенной задачи (в данном случае – формирование необходимой и достаточной информации о факторах эффективности ТИ), формируется на априорном принятии актуальных теоретических и методологических подходов. Принятая в проводимом исследовании системная концепция оценки эффективности ТИ с позиций нестохастической неопределенности, реализуемая методами нечетких вычислений, направлена на интеграцию детерминированных, стохастических, экспертных знаний о системе; заложенный в основу данной

концепции методический аппарат нацелен на решение задачи перевода ментальных суждений ЛПР (лиц, принимающих решения) на языке машинной обработки информации, что создает предпосылки к построению интеллектуальной системы поддержки принятия решений в системе управления ТИ.

Вместе с тем следует отметить, что для реализации таких потенциальных возможностей данной концепции эффективности ТИ требуется адекватная информационная база. То есть в рамках разрабатываемой концепции оценки эффективности ТИ актуальна задача формирования соответствующей методики, направленной на сбор, хранение, обработку как уже известных (четко определенных) детерминированных данных об объекте ТИ, так и вероятностных суждений об объекте ТИ и рыночной среде, а также экспертных знаний о системе и ее внешнем окружении. Методика информационного обеспечения в оценке эффективности ТИ при этом должна, с одной стороны, базироваться на содержании принятой концепции оценки эффективности, с другой стороны, должна основываться на онтологии инновационного процесса и, по возможности, раскрывать ее.

## **Методологические основания разработки методики информационного обеспечения в оценке эффективности технологических инноваций**

Построение методики информационного обеспечения основано на следующих базовых положениях системной концепции оценки эффективности ТИ с позиций нестохастической неопределенности, реализуемой в модели нечеткого логического вывода.

Под эффективностью понимается «свойство любой целенаправленной деятельности, которое с гносеологической точки зрения раскрывается через категорию цели и объективно выражается степенью достижения цели с учетом затрат ресурсов и времени» [1, с. 60]; при этом показатель эффективности (W) «есть мера степени соответствия реального результата операции<sup>1</sup>  $Y(u)$  (другими словами, результата применения стратегии (u)) требуемому результату  $Y_{tr}$ » [2, с. 30]. Целевой результат (Y) рассматривается как m-мерный вектор, включающий в себя три соответствующих группы компонентов (результатирующих факторов): полезный (целевой) эффект (q), затраченные ресурсы (C), сроки (T):

$$Y^{(m)} = \langle q^{(m1)}, C^{(m2)}, T^{(m3)} \rangle. \quad (1)$$

Для описания соответствия между  $Y(u)$  и  $Y_{tr}$  формально вводят числовую функцию соответствия:

$$W = \rho(Y_{tr}, Y(u)). \quad (2)$$

Данная числовая функция  $\rho$  реализуется в модели нечеткого логического вывода W (НЛВ W). В этом случае отождествляются категории «степень соответствия» и «эффективность» в следующем смысле: «полное соответствие» между требуемыми и ожидаемыми значениями параметров эффективности – q, C, T – трактуется как «высокая эффективность» и наоборот; вопрос о структурном содержании модели НЛВ W был изложен в работе [3], структура данной модели представлена на рис. 1.

Как следует из представленной на рис. 1 схемы модели НЛВ W, для ее реализации необходима информация о значениях входных переменных  $q(u)$ ,  $C(u)$ ,  $T(u)$ , прогнозируемых в рамках стратегии u, границах допустимых значений  $q_{tr}$ ,  $C_{tr}$ ,  $T_{tr}$ , предпочтениях ЛПР.

#### Структурное содержание и условия информационного обеспечения в оценке входных переменных модели НЛВ W

Принимая во внимание очевидно неоднородный характер каждого из входных параметров модели НЛВ W, при построении методики информационного обеспечения требуется идентификация составных (структурных) элементов этих параметров. Основные положения о содержании входных параметров модели НЛВ W приведены в табл. 1.

В соответствии с описанным в табл. 1 структурным содержанием входных параметров модели НЛВ W был исследован вопрос о методически значимых условиях формирования информации, необходимой для оценки W. При этом, по нашему мнению, следует принимать во внимание существенные различия по стадиям жизненного цикла инновации (ЖЦИ) в уровне неопределенности и назначении оценки W.

Степень неопределенности информации, связанной с управлением ТИ, снижается в течение

<sup>1</sup> Под «операцией» при этом понимается целенаправленный процесс функционирования системы.

ЖЦИ к каждой последующей стадии; характер неопределенности при этом меняется следующим образом: а) на стадии инициации – нечеткая неопределенность (или т. н. «истинная неопределенность» в терминологии Найта [4], или «нестохастическая неопределенность» в терминологии, используемой в [1, 2]); б) на стадии разработки – появляются предпосылки для перехода к интервальной и вероятностной неопределенности [5]; в) на стадиях роста, расширения, завершения ТИ – появляются признаки детерминированной ситуации – отсутствия неопределенности.

Назначение оценки W можно описать следующими основными положениями: на стадии инициации – эффективность выступает критерием сопоставления альтернативных вариантов и формирования инновационной стратегии (ИС) по ключевым элементам: объект ИС, тип ИС, состав активных средств; на стадии разработки и внедрения ТИ – оценка эффективности позволяет осуществить выбор приемлемых вариантов реализации капитальных вложений и условий их финансирования; на стадиях роста и расширения ТИ – оценка эффективности служит целям операционного управления и может быть реализована средствами технико-экономического и финансового анализа; на стадии завершения ТИ – оценка эффективности обеспечивает характеристику достигнутых результатов ТИ и формирование/дополнение базы знаний, актуальной в общекорпоративной системе управления ТИ

Таким образом, методически значимые условия формирования информации по входным параметрам модели НЛВ W должны быть исследованы дифференцированно – по стадиям ЖЦИ; результаты такого исследования приведены в табл. 2. Как следует из данных таблицы, для формирования и обработки информации по входным параметрам модели НЛВ W должен быть использован широкий круг методов, причем на ранних стадиях ЖЦИ приоритетную роль играют методы экспертизы, а особенную методологическую сложность вызывают факторы прогнозирования параметра q. Наиболее значимой данная сложность представляется для продуктовых ТИ, связанных с формированием нового товарного рынка ввиду высокой неопределенности нестохастического характера (истинной неопределенности по Ф. Найту). Исследователями отмечается высокая роль в решении проблемы нестохастической неопределенности достоверной, корректной, исчерпывающей экспертизы, а также значительность фактора ментальных качественных оценок информации в лингвистической форме [6].

#### Информационное обеспечение для оценки q

В управлении большими системами проблема нестохастической неопределенности не всегда может быть решена только за счет ментальных моделей ЛПР. Большое число факторов принятия решений, необходимость соизмерения мотивов

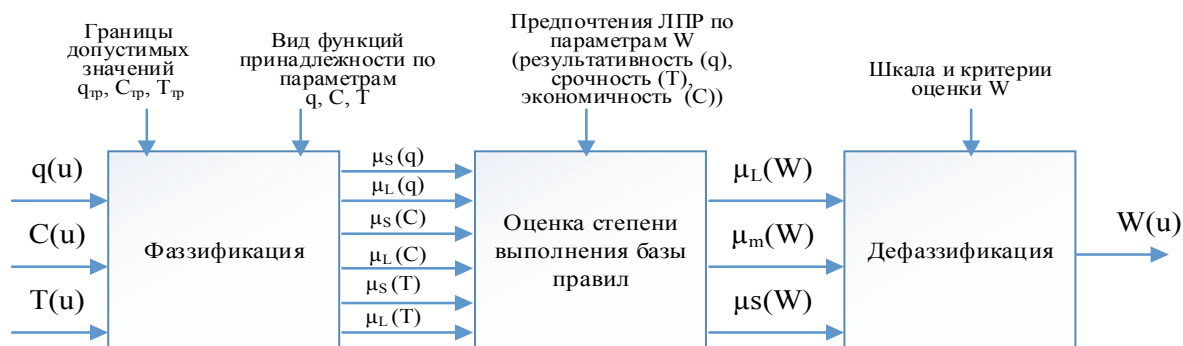


Рис. 1. Структурная схема модели НЛВ W

Таблица 1

Содержание параметров эффективности ТИ

Параметры	Содержание параметров
Целевой эффект $q(u)$	<p>Комплексный показатель, отражающий экономически значимый результат управления инновациями:  <math>q(u) = f(P_r, t, r)</math>, где <math>P_r</math> – экономический результат (релевантная прибыль) по оцениваемой инновации за принятый в прогнозной оценке шаг расчетного периода, <math>t</math> – продолжительность расчетного периода (жизненного цикла инновации), <math>r</math> – условие обеспечения сопоставимости денежных сумм, распределенных по шагам расчетного периода.</p> <p>В общем виде значение <math>P_r</math> может быть описано детерминированной моделью следующего вида:</p> <p>а) для продуктовой инновации:  <math>P_r = \sum Q_i (p_i - ac_i)</math>;</p> <p>б) для процессной инновации*:  <math>P_{r_3} = \sum Q_i^1 \Delta ac_i</math> – оценка эффекта производственной экономичности,  <math>P_{r_n} = \sum \Delta Q_i (p_i^0 - ac_i^0)</math> – оценка эффекта повышения производительности,  <math>P_{r_k} = \sum Q_i^1 \Delta p_i</math> – оценка эффекта повышения качественных характеристик товара.</p> <p>Реализация представленных моделей <math>P_r</math> требует адекватной оценки составляющих факторов – <math>Q, p, ac</math>; значения этих факторов зависят от условий, формируемых в инновационной среде предприятия, от типа инновационной стратегии и стратегии конкурентного поведения, от состояния среды. Спектр допустимых методов оценки будет зависеть от характера используемой информации:</p> <p><i>детерминированные методы оценки</i> – в ситуации полной определенности и высокой достоверности информации, которая возможна на операциональной стадии ЖЦИ;</p> <p><i>стохастические методы</i> – в ситуации стохастической неопределенности при возможности задания четкой информации через вероятностные вычисления, такая ситуация возможна как на стадии выхода на рынок, так и на операциональной стадии ЖЦИ;</p> <p><i>методы нечетких вычислений</i> – в ситуации нестохастической неопределенности и нечеткости информации, характерной для посевной (прединвестиционной) стадии ЖЦИ; проблема неопределенности и нечеткости информации может быть решена через экспертные оценки с использованием адекватных методов обработки получаемой информации</p>
Затраты ресурсов $C(u)$	<p>Включают в себя единовременные затраты (производственные инвестиции) на разработку объектов НИОКТР, кап. вложения в основные фонды, вложения в оборотные фонды; в случае использования заемных средств необходимо включать финансовые издержки; оценка <math>C(u)</math> может осуществляться детерминированными методами по заданным значениям <math>Q, ПМ, Q_u, avc</math></p>
Сроки $T(u)$	<p>Принимается срок жизненного цикла ТИ, структурированный по стадиям; оценка <math>T(u)</math> может быть проведена экспертно в зависимости от факторов: нормативный срок полезного использования оборудования (по ведущей группе), прогнозный срок жизненного цикла товара (исходя из принятой конкурентной стратегии), инвестиционные и организационные ограничения субъекта инновационной деятельности</p>

\* Приведенные расчетные формулы составлены методом цепных подстановок, индекс «0» означает величину фактора в исходной оценке, «1» – величину фактора по результатам ТИ. Формулы не отражают связанные с ТИ изменения налоговых выплат, т. е. дополнительно требуется оценка дополнительных налоговых платежей, очевидно возникающих вследствие возрастания налогооблагаемой базы по налогу на прибыль, налогу на имущество и др. (анализ условий налогообложения инновационного предпринимательства представляется самостоятельной научной задачей и не рассматривается в рамках освещаемого исследования).

Таблица 2  
Условия формирования информации по основным факторам параметров W (в разрезе стадий ЖЦИ)

Исследуемые факторы	Стадии ЖЦИ						
	Посевная (инициация)	Разработка (внедрение)	Рост	Расширение	Завершение		
1	2	3	4	5	6		
<b>1. Факторы q</b>							
1.1 Объемы производства и продаж (Q)	При условии сложившегося товарного рынка: прогнозная вероятностная оценка характеристик рынка товара; при условии формирования нового товарного рынка: основной источник информации – экспертная оценка, направленная на выявление, сопоставление, верификацию ментальных знаний ЛПР о поведении системы и состоянии внешнего окружения, в т. ч. о характере влияния на Q, P, avc условий, формируемых в инновационной среде предприятия	Корректировка прогнозных значений Q, P, avc на основании результатов разработки – с учетом фактических данных по ПМ, ПО, Qc, авс. Ценовые характеристики могут быть уточнены по результатам превентивного маркетинга и, возможно, предварительных контрактов поставки	Фактические данные о производственной мощности, как ограничивающего фактора; данные портфеля заказов; прогнозная оценка емкости рынка и рыночной доли продаж	Фактические данные о калькуляции себестоимости, как ограничивающего фактора; портфель заказов; рыночная оценка конкурентоспособной цены	Фактические данные о цене реализации продукции и условиях стимулирования сбыта (скидки, отсрочка платежа, иные бонусы)	Фактические данные о цене реализации продукции и условиях стимулирования сбыта	Фактические данные об объемах, структуре, динамике объемов производства и продаж
1.2 Ценовой фактор (p)							
1.3 Фактор производственных издержек (avc)							
<b>2. Факторы C</b>							
2.1 Единичные расходы (ЕВР) на НИОКТР	Прогнозная оценка на основе исследования рынка научно-технической продукции (н.-т.п.) либо фактические данные о стоимости прав на использование результатов НИОКТР и/или на разработку НИОКТР	Фактические данные: стоимость приобретения прав на результаты НИОКТР; стоимость услуг (по договорам подряда) на разработку н.-т.п.; затраты на собственную разработку н.-т.п.	При необходимости расширения ПМ и/или конструкторско-технологического усовершенствования производства – аналогично п. 2.1 гр. 3			Фактические данные, распределенные по периодам ЖЦИ	

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
2.2 Капитальные вложения (КВ) на формирование ПМ	У крупленной оценка, основанная на прогнозе ПМ и рыночной стоимости производственных ресурсов	Данные технологической схемы, проектно-сметной документации по объектам капитального строительства; фактические данные о результатах освоения КВ, связанных с формированием ПМ	При необходимости расширения ПМ – аналогично п. 2.2 гр. 3		
2.3 ЕВР на формирование оборотного капитала		Нормативный расчет на основе данных о ПМ и в соответствии с формированной цепочкой поставок	Корректировка нормативного расчета с учетом фактических/плановых объемов производства и оптимизации цепочки поставок		
<b>3. Факторы t</b>					
3.1 Срок полезного использования основных фондов	Прогнозная оценка, основанная на технологической схеме	Данные технологической схемы, данные завода-изготовителя; планируемые режимы эксплуатации оборудования	Мониторинг состояния основных производственных фондов, корректировка срока полезного использования основных фондов методами корреляционно-регрессионного анализа		Фактические данные
3.2 Срок жизненного цикла товара (Тжцгт)	Прогнозная оценка методами стохастического анализа либо экспертная оценка	Уточнение прогнозной оценки (стохастическими либо экспертными методами) по фактическим результатам НИ-ОКТР, формирования ПМ и с учетом актуального состояния рынка товара	Мониторинг рынка товара, корректировка Тжцгт методами корреляционно-регрессионного анализа и/или экспертно		

принятия решений со стороны различных стейкхолдеров, необходимость обеспечения прозрачности информации – эти и ряд подобных условий обуславливают актуальность методических и инструментальных средств решения задачи перевода вербальных нечетких оценок, применяемых в человеческом мышлении, на пригодные для машинной обработки языковые средства математики (в т. ч. средствами интеллектуального нечеткого моделирования).

Это формирует предпосылки к обработке больших массивов данных о системе и ее внешнем окружении на основе интеграции детерминированных, стохастических и экспертных знаний о системе. Исходя из названных предпосылок, предложено формировать систему сбора и обработки экспертной информации о факторах  $q$  в моделях нечеткого логического вывода.

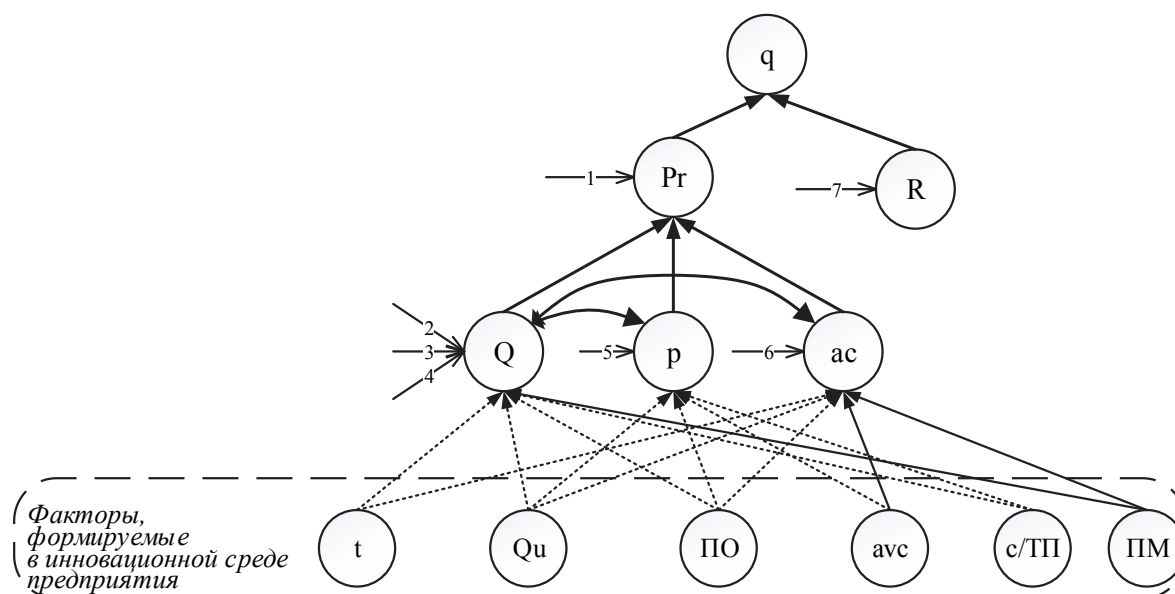
Авторский подход к решению данной задачи был описан в работе [7, 8].

Основу подхода составляет общее представление  $q$  в форме структурной факторной модели

(рис. 2) и количественная оценка факторов  $Q$ ,  $p$ ,  $avc$  в моделях нечеткого логического вывода, входными переменными которых выступает комплекс факторов, формируемых в инновационной среде предприятия.

Состав факторов, положенных в основу оценки  $q$  –  $Q_u$ , ПМ,  $avc$ ,  $t$ ,  $c/ТП$ , ПО – обусловлен положениями теории конкурентных стратегий М. Портера [9] и положениями теорий инноватики о возможных механизмах реализации и взаимодействия факторов конкурентоспособности в зависимости от типа ИС.

Информация о значениях рассматриваемых факторов может формироваться, с одной стороны, через детерминированные характеристики, но более существенными на стадии инициации ТИ становятся экспертные оценки ЛПР. Например, уровень ПМ представляет интерес и в абсолютных оценках, и с позиций достаточности для покрытия потребностей в формируемом рынке товара; уровень  $Q_u$  может быть описан комплексом количественных технико-эксплуатационных характеристик



**Условные обозначения:**

- 1 – оценка воздействия налоговых преференций;
- 2 – оценка связей с товарным портфелем;
- 3 – оценка резерва ПМ предприятия;
- 4 – оценка логистических каналов и каналов сбыта;
- 5 – оценка маркетинговых условий ценообразования;
- 6 – оценка условий управления затратами на предприятии;
- 7 – оценка «внешних» условий возврата инвестиций;
- $t$  – оценочная характеристика производственной технологичности;
- $Q_u$  – оценочная характеристика качественных параметров товара-объекта ТИ;
- ПО – степень научно-технической новизны и уровень правовой охраны результатов НИОКТ, лежащих в основе ТИ;
- $avc$  – прямые производственные издержки;
- $c/тп$  – оценочная характеристика соответствия товара-объекта ТИ сложившемуся товарному портфелю и/или наличие сложившихся каналов сбыта;
- ПМ – производственная мощность

Рис. 2. Структурная факторная модель целевого экономического эффекта технологической инновации (фрагмент – детализация по Pr)

товара, но более существенными являются оценки соответствия этих характеристики рыночным потребностям, и т. д.; кроме того, информация по ряду факторов – ПО, с/ТП, t – может быть сформирована только через систему экспертизы.

Основу информационного обеспечения в прогнозировании параметра  $q$  на «ранних» стадиях ЖЦИ в практике инновационного предпринимательства, как правило, составляют экспертные знания ЛПР. В целях проводимого исследования была сформирована система экспертного оценивания – развернутый перечень критериев и соответствующие шкалы оценивания, а также методические пояснения по процедуре оценивания. Укрупненное представление критериев оценки приведено в табл. 3.

Общее условие формирования критериев оценивания приведенных в таблице факторов состояло в необходимости раскрытия онтологии инновационного процесса с учетом специфики разрабатываемого инновационного проекта и сложившейся на предприятии системы управления производством. Информация, полученная посредством экспертизы инновационного проекта, может быть использована в процессе принятия решений (в данном случае в формировании информации о факторах  $Q$ ,  $p$ ,  $ac$ ) при условии ее корректной обработки. В экономических исследованиях сложилась практика использования в системе экспертного оценивания методического аппарата теории квалиметрии. Однако, принимая во внимание специфику управления ТИ, видится более обоснованным использование нечетких вычислений (в описанных выше моделях нечеткого логического вывода факторов  $Q$ ,  $p$ ,  $ac$ ), реализуемых в три этапа:

1) фазификация входных параметров – задание критериев нечетких лингвистических оценок;

2) вывод результирующего параметра в нечетком лингвистическом представлении с использованием сформированной базы правил; формирование базы правил осуществляется на основе оценки значимости анализируемых факторов; такая оценка должна быть сформирована в контексте определенного типа ИС, методика оценки значимости факторов составлена на основе метода анализа иерархий (МАИ) [10];

3) дефазификация (деактивация), обеспечивающая численную оценку результирующей выходной переменной; методика дефазификации предусматривает возможность использования экспертных либо стохастических оценок диапазона возможных значений факторов  $Q$ ,  $p$ ,  $ac$ .

Таким образом, для реализации этих этапов требуется информация, которую можно представить тремя блоками:

1) информация о значениях факторов  $Q_u$ , ПМ,  $ac$ ,  $t$ , с/ТП, ПО (для получения значений факторов сформирована система экспертного оценивания);

2) информация о предпочтениях ЛПР (уровне значимости факторов) по типам ИС, формирова-

ние такой информации предложено осуществлять на основе МАИ;

3) информация о диапазоне возможных значений исследуемых факторов.

Следует отметить также, что информация, формируемая методами экспертного оценивания, допустима на «ранних» этапах разработки инновационного проекта – в условиях высокой неопределенности нестохастического характера. При этом в процессе управления, как правило, используется широкий круг методов снижения неопределенности, в результате их использования появляется возможность замещения экспертной информации на четкую (определенную) информацию, получаемую детерминированными либо стохастическими методами.

### **Пример практического использования методики информационного обеспечения в оценке эффективности ТИ методами нечеткого моделирования**

Описанная методика была реализована в решении задачи выбора объекта ИС из двух альтернатив. Решение задачи проводилось на ранней стадии ЖЦИ на основании результатов патентного поиска, разработки технологической схемы и предварительного исследования рынка товара по каждой альтернативе.

Блок информации о значениях факторов  $Q_u$ , ПМ,  $ac$ ,  $t$ , с/ТП, ПО был сформирован на основе экспертизы (по разработанной автором методике); результаты приведены в табл. 4.

Блок информации о предпочтениях ЛПР (уровне значимости факторов), необходимый для формирования базы правил нечеткого логического вывода, был сформирован также методами экспертного оценивания на основе метода анализа иерархий; результат представлен в табл. 5. При оценке значимости факторов по рассматриваемым альтернативам были идентифицированы типы ИС по объектам выбора: для первого объекта – оппортунистическая ИС; для второго объекта – имитационная ИС.

Блок информации о допустимых граничных значениях факторов  $Q$ ,  $p$ ,  $ac$  был сформирован на основе результатов исследования рынка товара по каждой альтернативе с учетом прогнозных значений по внутрипроизводственным условиям, определенным на основании разработанной технологической схемы (уровень производственной мощности и точка безубыточности). В результате были получены следующие значения (табл. 6).

Информация, полученная по результатам использования разработанной экспертной системы, обеспечила развернутое представление условий реализации инновационных проектов по каждому альтернативному варианту и послужила основой для количественной оценки факторов целевого эффекта  $q$  в соответствующих моделях нечеткого логического вывода и оценки эффективности, как критерия выбора.

Таблица 3

## Критерии оценки факторов, формируемых в инновационной среде предприятия

Наименование показателя	Усл. обозначение	Направленность критериальной оценки	Комментарии
Характеристика производственной технологичности	t	Обусловленная конструктивными и технологическими решениями надежность в обеспечении экономичности производства, проектируемых качественных и количественных характеристик производства	Содержание понятия – по ГОСТ 14.205-83; подходы к оценке – по ГОСТ 14.201-83
Характеристика качественных параметров товара-объекта ТИ	Qu	Степень соответствия технико-эксплуатационных характеристик изделия требованиям гостей (для стандартизированной продукции) и/или рыночно значимым потребительским требованиям	Составляется на основе актуальных для конкретной ТИ отраслевых ГОСТов и рыночной оценки конкурирующих товаров и/или рыночных потребностей
Степень научно-технической новизны и уровень правовой охраны результатов НИОКТ, лежащих в основе ТИ	ПО	Уровень научно-технической новизны разработок, лежащих в основе ТИ, обеспечивающих перспективы дифференциации товара; степень правовой защищенности результатов НИОКТР, лежащих в основе ТИ	Научно-техническая новизна оценивается на основе анализа рынка научно-технической продукции и перспектив развития; уровень правовой охраны оценивается по сформированной шкале (от 0 – для общедоступных объектов интеллектуальной собственности (по которым истек срок правовой охраны) до 100 – для объектов, полученных в результате собственных разработок, результаты которых защищены в режиме ноу-хау)
Уровень производственной экономичности (прямые производственные издержки)	авс	Мера соответствия прогнозируемых производственных издержек прогнозируемой рыночной цене изделия	Оценивается на основе возможности формирования цепочки поставок, обеспечивающей надежность, ритмичность, экономичность поставок; доступность кадрового обеспечения; надежность используемого оборудования и проектируемых тех. процессов; прогнозируемый уровень операционного рычага и др.
Характеристика соответствия товара-объекта ТИ товарной стратегии предприятия	с/ТП	Степень соответствия товара-объекта ТИ сложившейся товарной стратегии либо перспектива товарной диверсификации	Оцениваются условия: дополнение товарного ряда и отсутствие признаков «товарного каннибализма»; наличие либо возможность формирования устойчивых каналов сбыта товара-объекта ТИ в сложившейся товарной стратегии и др.
Уровень производственной мощности	ПМ	Достаточность ПМ для обеспечения приемлемой конкурентной стратегии	Требуется укрупненная количественная оценка величины производственной мощности (на основании технологической схемы) и количественная прогнозная оценка объема рынка и/или стратегически значимых потребителей товара-объекта ТИ



Таблица 4

Оценка факторов, формируемых в инновационной среде предприятия

Факторы	Предварительная оценка (количественная и качественная)		Информация, полученная в системе экспертизы проекта (шкала оценки: 1 – 100)	
	1	2	1	2
Qu	Требуется обеспечение соответствия ГОСТ 19281	Требуется обеспечение соответствия ГОСТ 1050	60	70
avc*	22 т.р./тн. (экономичность обеспечивается дешевым сырьем и низкой глубиной его переработки)	29 т.р./тн. (дешевое сырье, однако высокая глубина переработки нивелирует данное преимущество)	90	40
ПМ*	12 тн. (имеются хорошие перспективы расширения ПМ)	60 тн. (расширение пм затруднено высокой капиталоемкостью производства)	90	70
ПО	Высокий уровень научно-технической новизны и надежная правовая охрана результатов НИОКТР	Использование простой неисключительной лицензии на результаты НИОКТР	80	30
с/ТП	Широкая рыночная ниша, высокая конкуренция, возможность использования сложившихся деловых и логистических каналов	Возможность конкуренции за счет дифференциации товара (изготовление отливок с заданными характеристиками)	60	10
t	Высокие возможности управления производством за счет несущественной сложности тех. процесса	Сложность технологии, отсутствие квалифицированных инж. кадров необходимой специализации и квалификации	70	50

\* Укрупненная оценка по данным технологической схемы.

Таблица 5

Оценка значимости факторов

Альтернативные объекты выбора	t	ПМ	Qu	ПО	avc	с/ТП
1	0,17	0,17	0,12	0,25	0,21	0,09
2	0,18	0,26	0,15	0,03	0,31	0,07

Таблица 6

Диапазон возможных значений оцениваемых факторов

Факторы	Q			p			ac		
	max	min	Me	max	min	Me	max	min	Me
1	6	12	10	25	35	30	22	29	25
2	30	60	45	30	50	40	29	33	39

## Выводы

При рассмотрении эффективности инноваций в качестве критерия разработки управленческих решений требуется использование широкого круга информации об объекте ТИ, условиях реализации инновационного проекта, внешнем окружении. Учитывая, что такая информация зачастую имеет неопределенный и нечеткий характер, высокие значения приобретают методы экспертизы, призванные выявить ментальные суждения ЛПР.

Получение информации о ТИ экспертными методами требует, чтобы была учтена онтология инновационной деятельности, специфика управле-

ния предприятием, специфика анализируемых ТИ, стратегические аспекты инновационной деятельности.

Представленная в решении этих условий методика информационного обеспечения в оценке эффективности технологических инноваций методами нечеткого моделирования включает в себя: экспликацию структурного содержания параметров эффективности ТИ, условия формирования информации по этим параметрам (дифференцированные по стадиям ЖЦИ); экспликацию и критерии экспертной оценки факторов, формируемых в инновационной среде предприятия; состав мето-

дов и правил их применения для корректной обработки информации в моделях нечеткого логического вывода.

Составленная методика имеет обобщенный вид, что обеспечивает ее универсальность и возможность приложения к любой организационной системе, в которой реализуются процессы инициации и разработки ТИ, при необходимой адаптации к внутриорганизационным условиям.

Апробация разработанной методики показала ее практическую применимость и высокую значимость для корректной оценки эффективности ТИ, поскольку ее использование позволяет раскрыть содержание инновационной деятельности и выявить ментальные оценки ЛПР, необходимые для последующей обработки методами нечетких вычислений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (договор № 18-010-00942/18).

#### Литература

1. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. Т. 1: Методология. Организация. Терминология / под ред. А.И. Рембезы. – М.: Машиностроение, 1986. (в пер.). – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.
2. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. / ред. совет: В. С. Авдеевский (пред.) и др. Т. 3: Эффективность технических систем / под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. (в пер.). – 328 с.
3. Шаталова, О.М. Об использовании нечетких вычислений в решении проблемы неопределенности при оценке эффективности технологических инноваций на предприятии / О.М. Шаталова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2018. – Т. 12, № 3. – С. 83–91. DOI: 10.14529/em180309
4. Frank H. Knight. *The Meaning of Risk and Uncertainty* // In: F.Knight. *Risk, Uncertainty, and Profit*. – Boston: Houghton Mifflin Co, 1921. – P. 210–235.
5. Белов, М.В. Модели адаптации в динамических контрактах в условиях вероятностной неопределенности / М.В. Белов, Д.А. Новиков // Управление большими системами: сб. трудов. – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2017. – С. 100–136.
6. Chen, Y.-J. *Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain* / Y.-J. Chen // *Information Sciences*. – Elsevier Science Publishing Company, Inc., 2011. – V. 181. – P. 1651–1670.
7. Шаталова, О.М. Методология измерения региональной эффективности технологических инноваций в реализации механизмов стимулирования инновационной активности (на примере Удмуртской Республики): монография / О.М. Шаталова. – Ижевск: Инст-т комп. исследований, 2015. – 256 с.
8. Шаталова, О.М. Оценка целевого экономического эффекта технологических инноваций в модели нечеткого логического вывода // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2018. – № 6.
9. Портер, М. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость / Майкл Портер; пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 715 с.
10. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

Шаталова Ольга Михайловна, кандидат экономических наук, доцент, кафедра «Управление социально-экономическими системами», Удмуртский государственный университет (г. Ижевск), oshatalova@mail.ru

Поступила в редакцию 16 ноября 2018 г.

DOI: 10.14529/em180413

## MAIN PROVISIONS OF THE TECHNIQUE OF INFORMATION SUPPORT IN ASSESSING THE EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS USING FUZZY MODELING METHODS

O.M. Shatalova

Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation

The article highlights the results of the developing a methodology of forming an information base for evaluating the efficiency of technological innovations. The technique is adapted to the conditions of technological innovation management at industrial enterprises, as well as to the system concept of

performance evaluation from the standpoint of non-stochastic uncertainty. The results of the study of the content and of methodically significant conditions for the information support formation in the assessment of the input parameters of the model of fuzzy inference of the innovation performance indicator are presented. The result shows the relevance of a wide range of information support methods and the importance of expert assessments as a means of solving uncertainty. The explication of the factors of internal innovation environment is given, and the means of expert assessment based on the ontology of the innovation process are developed. The developed information support technique allows for a comprehensive and holistic picture of the conditions for implementing an innovative project in the early stages of its life cycle. This forms the basis for a reliable assessment of efficiency as a criterion for developing solutions in the management of technological innovations.

**Keywords:** innovations, system approach, information, technique, uncertainty, fuzzy modeling, efficiency.

### References

1. *Nadezhnost' i ehffektivnost' v tekhnike. Kn.1: Metodologiya. Organizaciya. Terminologiya* [Reliability and efficiency in engineering, Vol. 1: Methodology. Organization. Terminology]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1986. 224 p.
2. *Nadezhnost' i ehffektivnost' v tekhnike. Kn.3: Ehffektivnost' tekhnicheskikh sistem* [Reliability and efficiency in engineering, Vol. 1: The effectiveness of technical systems]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1988. 328 p.
3. Shatalova O.M. On the Use of Fuzzy Calculations to Solve the Problem of Uncertainty in the Evaluation of the Efficiency of Technological Innovations at an Enterprise. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2018, vol. 12, no. 3, pp. 83–91. (in Russ.). DOI: 10.14529/em180309
4. Frank H. Knight. *The Meaning of Risk and Uncertainty*. In: F. Knight. Risk, Uncertainty, and Profit. Boston, Houghton Mifflin Co, 1921, p. 210–235.
5. Belov M.V., Novikov D.A. Modeli adaptatsii v dinamicheskikh kontraktakh v usloviyakh veroyatnostnoj neopredelennosti [Models of adaptations in dynamic contractions in probable uncertainties]. *Upravlenie bol'shimi sistemami* [Large system management]. Moscow, 2017, pp. 100–136. (in Russ.).
6. Chen Y.-J. Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain. *Information Sciences. Elsevier Science Publishing Company, Inc.*, 2011, vol. 181, pp. 1651–1670. DOI: 10.1016/j.ins.2010.07.026
7. Shatalova O.M. *Metodologiya izmereniya regional'noj ehffektivnosti tekhnologicheskikh innovatsij v realizatsii mekhanizmov stimulirovaniya innovatsionnoj aktivnosti (na primere Udmurtskoj Respubliki)* [Methodology for measuring the regional effectiveness of technological innovation in the implementation of incentive mechanisms for innovative activity (for example, the Udmurt Republic)]. Izhevsk, 2015. 256 p.
8. Shatalova O.M. Otsenka tselevogo ekonomicheskogo efekta tekhnologicheskikh innovatsiy v modeli nechetkogo logicheskogo vyvoda. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Ehkonomika i pravo* [Bulletin of Udmurt University. Series of Economics and Law], 2018, no. 3.
9. Porter M. *Konkurentnoe preimushhestvo: Kak dostich' vysokogo rezul'tata i obespechit' ego ustojchivost'* [Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance]. Moscow, 2006. 715 p.
10. Saati T. *Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarhij* [Making decisions. The method of analyzing hierarchie]. Moscow, 1993. 278 p.

**Olga M. Shatalova**, Candidate of Sciences (Economics), Associated Professor at the Department of Social and Economic Systems Management, Udmurt State University, Izhevsk, oshatalova@mail.ru

*Received November 16, 2018*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Шаталова, О.М. Основные положения методики информационного обеспечения в оценке эффективности технологических инноваций методами нечеткого моделирования / О.М. Шаталова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2018. – Т. 12, № 4. – С. 102–112. DOI: 10.14529/em180413

### FOR CITATION

Shatalova O.M. Main Provisions of the Technique of Information Support in Assessing the Efficiency of Technological Innovations Using Fuzzy Modeling Methods. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2018, vol. 12, no. 4, pp. 102–112. (in Russ.). DOI: 10.14529/em180413