

На правах рукописи

Лемякин Евгений Дмитриевич

МЕТОД КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ
НА ОСНОВЕ СИСТЕМ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА

Специальность 08.00.13 – математические и инструментальные методы экономики

Автореферат

диссертации на соискание учёной степени
кандидата экономических наук

Санкт-Петербург – 2008

Работа выполнена на кафедре «Информационные системы в экономике и менеджменте» в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ Доктор экономических наук, профессор
Ильин Игорь Васильевич

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ Доктор экономических наук, профессор
Соколицын Александр Сергеевич

Кандидат экономических наук
Кривченко Андрей Сергеевич

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский
Государственный Инженерно-экономический
Университет»

Защита состоится « » _____ 2008 года в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 212.229.23 в ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» по адресу: 195252, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29, _____.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

Автореферат разослан « » _____ 2008 года

Учёный секретарь Диссертационного Совета,
Доктор экономических наук, профессор

Сулоева С.Б.

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Вопросы эффективного и гибкого управления деятельностью компании являются чрезвычайно актуальными в современных быстро меняющихся экономических условиях.

Способности компании по достижению своих целей во многом определяются качеством управления, эффективностью принимаемых управленческих решений. Большинство управленческих решений принимается в условиях объективно существующей и принципиально неустранимой неопределенности. В этих условиях информация, на основе которой осуществляется оценка решений, зачастую характеризуется неполнотой и нечеткостью, возрастает влияние качественных факторов, не поддающихся точному количественному описанию. Это является характерным для так называемых слабоструктурированных задач, в рамках которых критерии оценки альтернатив носят, как правило, субъективный характер, набор критериев может быть определен только на основании предпочтений лица, принимающего решение, а количественные оценки основываются, главным образом, на мнениях экспертов.

В этих условиях большую значимость приобретает идея гибкого управления, которая лежит в основе концепции реальных опционов. Базовая идея концепции заключается в создании в настоящем возможностей для гибкой реакции на изменения ситуации в будущем.

Моделирование оценки гибких управленческих решений в форме реальных опционов основано на использовании таких моделей, как биномиальная модель оценки стоимости опциона, модель Блэка-Шоулза. Это дает возможность оценить финансовые результаты принимаемых управленческих решений. Но результаты имеют не только финансовые аспекты. Среди этих аспектов выделяются эффективность использования нематериальных активов, вопросы совершенствования системы внутренних бизнес-процессов, эффективность клиентской составляющей деятельности компании. Показатели, которые характеризуют эти аспекты, сложно точно оценить количественно в аналогичной форме, как и финансовые показатели деятельности компании.

В связи с этим представляется актуальной разработка метода, который, во-первых, дает возможность осуществлять оценку реальных опционов, учитывая не только финансовые, но и другие аспекты деятельности компании; во-вторых, позволяет представить систему показателей деятельности компании в такой форме, которая дает возможность учесть неполноту, нечеткость информации и экспертных оценок о ее внутренней и внешней среде, и, в-третьих, на основе этого представления позволяет дать сравнительную оценку альтернативных управленческих решений, основанных на различных способах реализации реального опциона.

Цели и задачи исследования. Целью диссертационной работы является разработка метода комплексной оценки реальных опционов на основе систем нечеткого вывода, ориентированного на решение слабоструктурированных проблем в условиях неопределенности.

Для достижения цели диссертационного исследования предполагается решение следующих основных задач:

- анализ современного состояния проблем принятия управленческих решений в условиях неопределенности;
- разработка системы нечеткого вывода для оценки обеспеченности компании необходимыми ресурсами;
- разработка системы нечеткого вывода для оценки влияния управленческого решения на деятельность в рамках каждой из составляющих стратегической карты компании;
- разработка системы нечеткого вывода для оценки комплексного влияния управленческого решения на деятельность компании в целом;
- разработка инструментального средства поддержки принятия решений на основе предложенного метода комплексной оценки реальных опционов;
- апробация разработанного метода на примере оценки решения по созданию автоматизированной системы хранения и поиска информации об экспертах, которые могут быть привлечены для работы в международных проектах, в консалтинговой компании ЗАО «Central Asia International Consulting» (CAICo).

Объект исследования. Объектом исследования является система управления экономическим предприятием.

Предмет исследования. Предметом исследования являются теоретические и практические вопросы разработки систем нечеткого вывода для оценки управленческих решений на основе реальных опционов в условиях неопределенности.

Теоретико-методологическая основа и методы исследования. В качестве теоретико-методологической основы исследования послужили положения экономической теории, микроэкономики, теории управления, теории контрактов, институциональной экономической теории, теории реальных опционов, теории нечетких множеств.

В процессе решения задач диссертационного исследования были использованы методы системного анализа и исследования операций, методы экономико-математического моделирования, методы построения систем нечеткого вывода, метод экспертных оценок.

Большое влияние на диссертационное исследование оказали труды отечественных и зарубежных авторов по проблемам управления в условиях неопределенности. В числе

зарубежных авторов необходимо отметить Г. Саймона, Л. Заде, Р. Мертона, М. Шоулза, Ф. Х. Найта, Р. Каплана, Д. Нортон, Т. Коупленда, В. Антикарова. Среди отечественных ученых наибольшее влияние на диссертационное исследование оказали работы Г.Б. Клейнера, Р.М. Качалова, В.В. Глухова, А.П. Градова, В.Н. Юрьева, Г.Ю. Силкиной, И.В. Ильина, А. В. Бухвалова, В.С. Диева, А.В. Борисенко, Э.А. Трахтенгерца.

Научные результаты и новизна исследования:

Разработан метод комплексной оценки реальных опционов на основе систем нечеткого вывода, ориентированный на решение слабоструктурированных проблем в условиях неопределенности. Метод позволяет на базе не точной, нечеткой информации осуществлять оценку реальных опционов на основе анализа их комплексного влияния на деятельность компании, учитывая не только финансовые результаты, но и вопросы, связанные с повышением гибкости и адаптивных способностей компании. В рамках данного метода разработаны:

1. система нечеткого вывода для оценки обеспеченности компании ресурсами;
2. система нечеткого вывода оценки влияния реального опциона на деятельность компании в рамках финансовой, клиентской, внутренней составляющих и составляющей нематериальных активов стратегической карты;
3. система нечеткого вывода оценки комплексного влияния реального опциона на деятельность компании в целом;
4. алгоритм комплексной реализации разработанных систем нечеткого вывода;
5. инструментальное средство оценки альтернативных управленческих решений, основанных на различных способах реализации реального опциона.

Практическая значимость исследования. Предложенный в работе метод комплексной оценки реальных опционов, а также разработанное на его основе инструментальное средство поддержки принятия управленческих решений, могут использоваться для оценки управленческих решений на основе реальных опционов в консалтинговой и других областях экономической деятельности.

Результаты диссертационного исследования используются в деятельности консалтинговой компании ЗАО «Central Asia International Consulting».

Апробация результатов исследования. Апробация разработанного в ходе диссертационного исследования метода была осуществлена на основе оценки управленческого решения по созданию автоматизированной системы хранения и поиска информации об экспертах, которые могут быть привлечены для работы в различных международных проектах, в консалтинговой компании САICo. Полученные результаты позволяют положительно оценить возможность использования разработанного метода для

оценки управленческих решений в консалтинговой и других областях экономической деятельности при решении слабоструктурированных проблем в условиях неопределенности.

Основные результаты исследования были доложены в рамках трех научных конференций, а также нашли отражение в научных публикациях автора.

Публикации. По теме диссертационного исследования было опубликовано 5 работ общим объёмом 1,56 печатных листа, в том числе в сборнике Научно-технические ведомости СПбГПУ, включённом в список ВАК.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, библиографического списка. Работа содержит 223 страницы общего текста, включая 36 таблиц, 15 рисунков.

II. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

Метод комплексной оценки реальных опционов на основе систем нечеткого вывода. Использование реального опциона направлено на повышение гибкости компании, ее способностей адаптироваться к изменениям внешней и внутренней среды. Широко используемые на практике методы оценки решений (например, метод NPV) основное внимание уделяют финансовым результатам оцениваемых решений, при этом не финансовые критерии оценки не принимаются во внимание. Опционная техника (биномиальная модель оценки стоимости реальных опционов, модель Блэка-Шоулза и др.), учитывающая гибкость, которая оказывается в распоряжении компании в результате принятия решения, также основывается на предположении о том, что данная гибкость позволит компании добиться лучшего финансового результата. Однако гибкость, обеспечиваемая в рамках реального опциона, не обязательно направлена на улучшение финансовых результатов. Использование реального опциона может быть нацелено на повышение эффективности внутренних бизнес-процессов компании, ее адаптивных способностей и конкурентных преимуществ. Влияние таких опционов на финансовые результаты является опосредованным, нечетким, а их полезные свойства могут оцениваться на основе анализа влияния данных опционов на процесс достижения компанией своих целей с использованием преимущественно субъективных оценок. Неопределенность, которая должна быть учтена при оценке реальных опционов, зачастую носит качественный характер, а знания, на основе которых осуществляется такая оценка, являются, как правило, нечеткими, не точными.

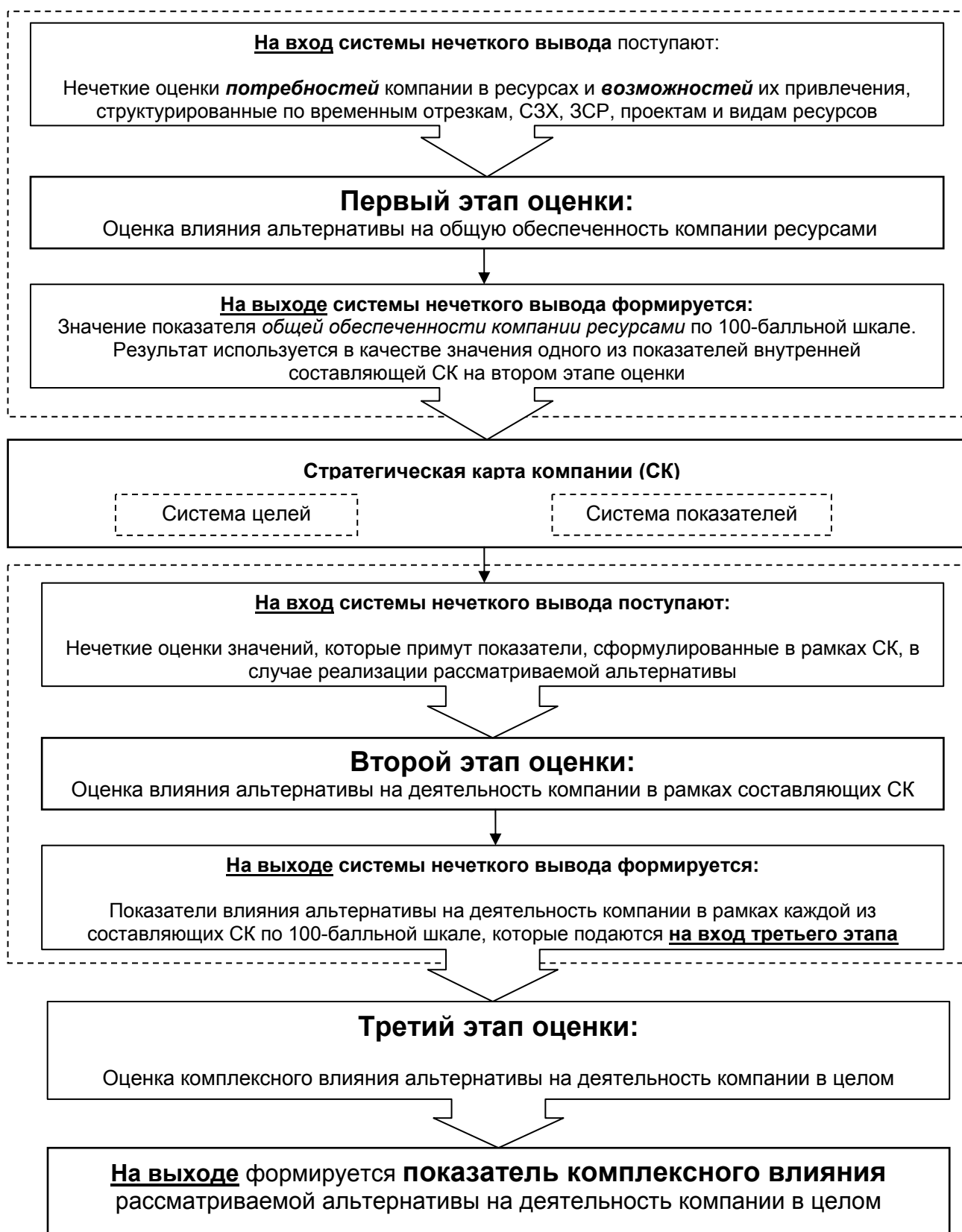
В данной работе для оценки реальных опционов предлагается метод, основанный на использовании систем нечеткого вывода.

Основные положения разработанного метода могут быть изложены на основе схемы, представленной на рис.1. В рамках разработанного метода оценка опциона основана на

рассмотрении и сравнении двух альтернатив – реализация оцениваемого реального опциона и отказ от реализации опциона.

Рисунок 1

Комплексная оценка реальных опционов на основе систем нечеткого вывода



Первым этапом оценки реального опциона является анализ возможности компании реализовать каждую из рассматриваемых в его рамках альтернатив. Возможность компании реализовать ту или иную альтернативу во многом зависит от способности своевременно обеспечить каждый бизнес-процесс, задействованный в реализации данной альтернативы, всеми необходимыми ресурсами. В случае если возможности компании не соответствуют требованиям по своевременному обеспечению бизнес-процессов ресурсами, рассматриваемое решение является неосуществимым и не может быть положительно оценено с точки зрения соответствия данного решения целям компании.

В условиях неопределенности не всегда возможно точно определить объем ресурсов, которые необходимо привлечь в каждый рассматриваемый период времени для реализации оцениваемого решения в будущем. Также не всегда можно точно спрогнозировать возможности компании привлечь в будущем тот или иной объем ресурсов путем заключения соответствующих контрактов.

Для моделирования неопределенности в работе предлагается использовать нечеткие множества, функция принадлежности которых может быть задана на основе четырех параметров (p_1, p_2, p_3, p_4) , $p_1 \leq p_2 \leq p_3 \leq p_4$ в соответствии с формулами 1-5. Использование данных формул позволяет моделировать различные ситуации неопределенности, поскольку кривая заданной таким образом функции принадлежности меняет свою форму в зависимости от конкретных соотношений между задаваемыми параметрами.

$$\mu(x) = \begin{cases} \mu\pi(x), & p_1 < p_2 \leq p_3 < p_4 \\ \mu\sigma(x), & p_1 < p_2 \leq p_3 = p_4 \\ \mu\tau(x), & p_1 = p_2 \leq p_3 < p_4 \\ \mu\dot{\mu}(x), & p_1 = p_2 = p_3 = p_4 \end{cases} \quad (1) \quad \mu\pi(x) = \begin{cases} 0, & x \leq p_1 \\ \frac{x - p_1}{p_2 - p_1}, & p_1 < x < p_2 \\ 1, & p_2 \leq x \leq p_3 \\ \frac{x - p_4}{p_3 - p_4}, & p_3 < x < p_4 \\ 0, & x \geq p_4 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu\sigma(x) = \begin{cases} 0, & x \leq p_1 \\ \frac{x - p_1}{p_2 - p_1}, & p_1 < x < p_2 \\ 1, & x \geq p_2 \end{cases} \quad (3) \quad \mu\tau(x) = \begin{cases} 1, & x \leq p_3 \\ \frac{x - p_4}{p_3 - p_4}, & p_3 < x < p_4 \\ 0, & x \geq p_4 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu\dot{\mu}(x) = \begin{cases} 1, & x = p_1 = p_2 = p_3 = p_4 \\ 0, & x \neq p_1 = p_2 = p_3 = p_4 \end{cases} \quad (5)$$

На данном этапе оценки задаются две лингвистические переменные: $q_{kjm}(t)$ - «Объем ресурса t для проекта j в k -й СЗХ, который компания может привлечь в периоде t » и $\bar{q}_{kjm}(t)$ - «Объем ресурса t для проекта j в k -й СЗХ, который компания не может привлечь в периоде

t). В рамках первой переменной задается терм $Q_{kjm}(t)$ - «Достаточный объем», в рамках второй - $\bar{Q}_{kjm}(t)$ - «Не достаточный объем». Функция принадлежности $\mu_{Q_{kjm}(t)}(x)$ может быть задана на основе параметров (p_1, p_2) , $p_1 < p_2$ в соответствии с формулой 6, которая является частным случаем системы соотношений 1-5. Функция принадлежности $\mu_{\bar{Q}_{kjm}(t)}(x)$ задается на основе формулы 7.

$$\mu_{Q_{kjm}(t)}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq p_1 \\ \frac{x - p_1}{p_2 - p_1}, & p_1 < x < p_2 \\ 1, & x \geq p_2 \end{cases} \quad (6) \quad \mu_{\bar{Q}_{kjm}(t)}(x) = 1 - \mu_{Q_{kjm}(t)}(x) \quad (7)$$

В данном случае функция принадлежности нечеткого множества позволяет характеризовать степень уверенности ЛПП относительно того, является ли тот или иной объем ресурса, который компания может привлечь в данном периоде, достаточным или не достаточным для осуществления некоторого проекта.

Кроме того, для оценки общей обеспеченности компании ресурсами необходимо задать лингвистическую переменную RE «Общая обеспеченность компании ресурсами» с двумя термами: RES - «Достаточная» и \bar{RES} - «Не достаточная». Функции принадлежности нечетких множеств, характеризующих данные термы, могут быть определены на основе параметров (p_1, p_2) , $p_1 < p_2$ в соответствии с формулами 8 и 9:

$$\mu_{RES}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq p_1 \\ \frac{x - p_1}{p_2 - p_1}, & p_1 < x < p_2 \\ 1, & x \geq p_2 \end{cases} \quad (8) \quad \mu_{\bar{RES}}(x) = 1 - \mu_{RES}(x) \quad (9)$$

На основе заданных таким образом лингвистических переменных и их термов могут быть сформулированы правила, которые используются в системе нечеткого вывода для оценки общей обеспеченности компании необходимыми ресурсами в рамках каждой из рассматриваемых альтернатив:

$$R_1^{(1)} : \text{ЕСЛИ } (\forall k, j, m, t \quad q_{kjm}(t) \text{ это } Q_{kjm}(t)) \text{ ТО } (RE \text{ это } RES) \quad (10)$$

$$R_1^{(2)} : \text{ЕСЛИ } (\exists k, j, m, t \quad \bar{q}_{kjm}(t) \text{ это } \bar{Q}_{kjm}(t)) \text{ ТО } (RE \text{ это } \bar{RES}) \quad (11)$$

где \forall означает операцию конъюнкции между условиями « $q_{kjm}(t)$ это $Q_{kjm}(t)$ », а \exists - операцию дизъюнкции между условиями « $\bar{q}_{kjm}(t)$ это $\bar{Q}_{kjm}(t)$ », $k=1, \dots, K$, $j=1, \dots, J$, $m=1, \dots, M$, $t=t_0, \dots, T$.

Смысл правила $R_1^{(1)}$ заключается в следующем: если в каждом рассматриваемом периоде времени каждый проект компании в каждой СЗХ обеспечен всеми необходимыми ресурсами, то общая обеспеченность компании ресурсами достаточная.

Смысл правила $R_1^{(2)}$ состоит в следующем: если хотя бы в одном рассматриваемом периоде времени хотя бы один проект в одной из СЗХ не обеспечен хотя бы одним видом ресурсов, то общая обеспеченность компании ресурсами не достаточная.

На вход системы нечеткого вывода подаются нечеткие множества $\hat{q}_{kjm}(t)$ и $\bar{\hat{q}}_{kjm}(t)$, характеризующие способность и не способность компании привлекать соответствующие ресурсы для некоторого проекта в заданной СЗХ в тот или иной период времени. Функция принадлежности $\mu_{\hat{q}_{kjm}(t)}(x)$ нечеткого множества $\hat{q}_{kjm}(t)$ задается на основе параметров (p_3, p_4) , $p_3 < p_4$ в соответствии с формулой 12. Функция нечеткого множества $\bar{\hat{q}}_{kjm}(t)$ может быть задана по формуле 13:

$$\mu_{\hat{q}_{kjm}(t)}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq p_3 \\ \frac{x - p_3}{p_4 - p_3}, & p_3 < x < p_4 \\ 0, & x \geq p_4 \end{cases} \quad (12) \quad \mu_{\bar{\hat{q}}_{kjm}(t)}(x) = 1 - \mu_{\hat{q}_{kjm}(t)}(x). \quad (13)$$

На выходе системы нечеткого вывода получается значение показателя общей обеспеченности компании ресурсами по 100-балльной шкале, соответствующее рассматриваемой альтернативе. Полученный результат используется в качестве значения одного из показателей внутренней составляющей стратегической карты на втором этапе оценки.

Каждая из рассматриваемых альтернатив, которой соответствует система контрактов и потоков, оказывает определенное влияние на процесс достижения компанией поставленных целей.

Ключевые цели компании, на достижение которых направлена ее деятельность в рассматриваемом периоде, могут быть структурированы на основе стратегической карты (СК) путем выделения четырех структурных составляющих: финансовой, клиентской, составляющей внутренних бизнес-процессов и составляющей нематериальных активов. Совокупность целей, структурированных в соответствии с составляющими стратегической карты (ССК), образуют систему целей компании. Каждая из сформулированных целей может быть охарактеризована набором показателей, которые используются для оценки процесса достижения компанией поставленных целей.

На втором этапе для оценки влияния рассматриваемого опциона на деятельность компании в рамках каждой из ССК необходимо сформулировать правила, на основе которых

будет осуществляться данная оценка. Правила могут быть заданы в форме лингвистической модели. Для этого каждому показателю, сформулированному в рамках СК, необходимо поставить в соответствие лингвистическую переменную с заданными терминами. В результате будет сформирована база правил, которая формально может быть представлена следующим образом:

$$R_c^{(r_c)} : \text{ЕСЛИ } (x_{c1} \text{ это } A_{c1}^{r_c} \text{ И } x_{c2} \text{ это } A_{c2}^{r_c} \text{ И ... И } x_{ci} \text{ это } A_{ci}^{r_c}) \text{ ТО } (y_c \text{ это } B_c^{r_c}) \quad (14)$$

где $R_c^{(r_c)}$, $r_c = 1, \dots, R_c$ – r_c -е правило оценки влияния альтернативы на деятельность в рамках ССК c ; R_c – количество нечетких правил, которые используются для оценки влияния альтернативы на деятельность в рамках ССК c ; $A_{ci}^{r_c}$ – терм лингвистической переменной, соответствующей i -му показателю, который используется для оценки влияния альтернативы на деятельность в рамках ССК c в правиле r_c , и соответствующее ему нечеткое множество $A_{ci}^{r_c} \subseteq X_{ci} \subset R, i = 1, \dots, I_c$; $B_c^{r_c}$ – терм лингвистической переменной, соответствующей показателю итоговой оценки влияния альтернативы на деятельность в рамках ССК c , который используется в правиле r_c , и соответствующее ему нечеткое множество $B_c^{r_c} \subseteq Y_c \subset R$; $x_{c1}, x_{c2}, \dots, x_{ci}$ – показатели, характеризующие ССК c ; y_c – показатель итоговой оценки влияния альтернативы на деятельность в рамках ССК c .

Входная информация для оценки влияния рассматриваемой альтернативы на деятельность компании также задается в виде нечетких множеств, что позволяет моделировать неопределенность будущих значений параметров и показателей деятельности компании. В этом случае нечеткие множества представляют собой оценки значений, которые примут показатели деятельности компании в результате реализации рассматриваемой альтернативы. В качестве исходной информации для формирования нечетких множеств могут использоваться экспертные оценки, прогнозы, статистика, характеризующая деятельность компании в прошлом.

Функция принадлежности нечеткого множества $x'_{ci} \subseteq X_{ci} \subset R, i = 1, \dots, I_c$, представляющего собой нечеткую оценку значения показателя x_{ci} с учетом имеющейся на момент принятия решения неопределенности, может быть задана на основе четырех параметров (p_1, p_2, p_3, p_4) , $p_1 < p_2 \leq p_3 < p_4$ в соответствии с формулой 15.

$$\mu_{x'_{ci}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq p_1 \\ \frac{x-p_1}{p_2-p_1}, & p_1 < x < p_2 \\ 1, & p_2 \leq x \leq p_3 \\ \frac{x-p_4}{p_3-p_4}, & p_3 < x < p_4 \\ 0, & x \geq p_4 \end{cases} \quad (15)$$

На вход системы нечеткого вывода подается входной сигнал в виде нечетких множеств $A'_c = (x'_{c1}, x'_{c2}, \dots, x'_{cI_c})^T$, $x'_{ci} \subseteq X_{ci} \subset R, i=1, \dots, I_c$, которые характеризуют значения соответствующих показателей x_{c1}, x_{c2}, x_{cI_c} с учетом существующей в момент принятия решения неопределенности относительно точных значений данных показателей.

На выходе блока выработки решения системы нечеткого вывода в соответствии с обобщенным нечетким правилом *modus ponens* для каждой составляющей стратегической карты получается R_c нечетких множеств $\bar{B}_c^{r_c} \subseteq Y_c$:

Условие:	Импликация:	Вывод
$x_c = (x_{c1}, x_{c2}, \dots, x_{cI_c})^T$ это A'_c	$R^{(r_c)} : A_c^{r_c} \rightarrow B_c^{r_c}$, $r_c = 1, \dots, R_c$	y_c это $\bar{B}_c^{r_c}$, $r_c = 1, \dots, R_c$
$A'_c = A'_{c1} \times A'_{c2} \times \dots \times A'_{cI_c}$	$A_c^{r_c} = A_{c1}^{r_c} \times A_{c2}^{r_c} \times \dots \times A_{cI_c}^{r_c}$	

Функция принадлежности нечеткого множества $\bar{B}_c^{r_c}$ определяется по формуле 16. В результате операции дефuzziфикации каждой ССК будет поставлена в соответствие оценка влияния рассматриваемой альтернативы на деятельность в рамках данной ССК в виде четкого числа (формула 17).

$$\mu_{\bar{B}_c^{r_c}}(y_c) = \min \left\{ \sup_{x_c \in X_c} [\min(\mu_{A_c^{r_c}}(x_c), \mu_{A'_c}(x_c))], \mu_{B_c^{r_c}}(y_c) \right\} \quad (16) \quad \bar{y}_c = \frac{\int_{Y_c} y_c \max_{r_c} \mu_{\bar{B}_c^{r_c}}(y_c) dy_c}{\int_{Y_c} \max_{r_c} \mu_{\bar{B}_c^{r_c}}(y_c) dy_c} \quad (17)$$

Таким образом, на втором этапе оценки получены величины $\bar{y}_c, c=1, \dots, 4$, которые характеризуют влияние рассматриваемой альтернативы на деятельность в рамках каждой из составляющих стратегической карты.

Полученные результаты используются **на третьем этапе** для оценки комплексного влияния рассматриваемой альтернативы на деятельность компании на основе системы нечеткого вывода, база правил которой может быть представлена в виде совокупности нечетких правил $R^{(r)}$, $r=1, \dots, R$, вида

$$R^{(r)} : \text{ЕСЛИ } (\hat{y}_1 \text{ это } A_1^r \text{ И } \hat{y}_2 \text{ это } A_2^r \text{ И } \dots \text{ И } \hat{y}_4 \text{ это } A_4^r) \text{ ТО } (z \text{ это } B^r) \quad (18)$$

где R – количество правил; A_c^r - терм лингвистической переменной, соответствующей оценке влияния рассматриваемой альтернативы на деятельность в рамках ССК c , который используется в правиле r , а также соответствующее ему нечеткое множество $A_c^r \subseteq Y_i \subset R, c = 1, \dots, 4$; B^r - терм лингвистической переменной, соответствующей комплексной оценке влияния решения на деятельность компании, который используется в правиле r , а также соответствующее ему нечеткое множество $B^r \subseteq Z \subset R$; $\hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_4$ – показатели влияния рассматриваемого решения на деятельность в рамках соответствующих ССК; z – итоговая комплексная оценка влияния рассматриваемой альтернативы на деятельность компании в целом.

Входным сигналом являются оценки влияния рассматриваемой альтернативы на деятельность компании в рамках каждой из составляющих СК $\bar{y}_c, c = 1, \dots, 4$, полученные на выходе системы нечеткого вывода на втором этапе. Поскольку данные оценки представляют собой четкие числа, для того чтобы использовать их в качестве исходной информации для системы нечеткого вывода, они должны пройти процедуру фуззификации.

Таким образом, на вход блока выработки решения подается входной сигнал в виде нечетких множеств $A' = (\hat{y}'_1, \hat{y}'_2, \dots, \hat{y}'_4)^T$, $\hat{y}'_c \subseteq Y_c \subset R, c = 1, \dots, 4$. На выходе блока выработки решения системы нечеткого вывода в соответствии с обобщенным нечетким правилом *modus ponens* получается R нечетких множеств $\bar{B}^r \subseteq Z$:

Условие:	Импликация:	Вывод
$\hat{y} = (\hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_4)^T$ это A'	$R^{(r)} : A^r \rightarrow B^r, r = 1, \dots, R$	z это $\bar{B}^r, r = 1, \dots, R$
$A' = A'_1 \times A'_2 \times \dots \times A'_4$	$A^r = A^r_1 \times A^r_2 \times \dots \times A^r_4$	

Функция принадлежности нечеткого множества \bar{B}^r определяется по формуле 18. В результате операции дефуззификации рассчитывается величина \bar{z} (формула 19), которая является оценкой комплексного влияния рассматриваемой альтернативы на деятельность компании в целом.

$$\mu_{\bar{B}^r}(z) = \min \left\{ \sup_{y \in Y} [\min(\mu_{A^r_1}(y), \mu_{A^r_2}(y))], \mu_{B^r}(z) \right\} \quad (18) \quad \bar{z} = \frac{\int_Z z \max_r \mu_{\bar{B}^r}(z) dz}{\int_Z \max_r \mu_{\bar{B}^r}(z) dz} \quad (19)$$

Показатели влияния рассматриваемой альтернативы на деятельность в рамках каждой из составляющих стратегической карты, а также итоговая оценка комплексного влияния альтернативы на деятельность компании, измеряются в баллах по шкале «0 - 100». Эти индикаторы являются безразмерными нормированными относительными показателями, которые отражают степень целесообразности реализации оцениваемых альтернатив.

Альтернатива, которой соответствует наибольшее значение полученной итоговой оценки, является наилучшей с точки зрения ее комплексного влияния на процесс достижения целей компании. Это следует из предложенной в работе техники построения систем нечеткого вывода, которая ставит в соответствие лучшим с точки зрения субъективных предпочтений ЛПР альтернативам наибольшие значения итогового показателя. При этом субъективные предпочтения ЛПР выражаются непосредственно в правилах нечеткого вывода, позволяя учитывать степень приоритета конкретных целей и относительную важность показателей, используемых в рамках стратегической карты.

При использовании предложенного метода также может проводиться анализ влияния каждого из правил, используемых в системах нечеткого вывода, на значения полученных показателей влияния альтернатив на деятельность компании в целом, а также на деятельность в рамках каждой из составляющих СК. Это позволяет выработать рекомендации относительно того, какие действия необходимо предпринять, чтобы улучшить значения тех показателей (с учетом степени их важности), которые не дают возможность оценить рассматриваемую альтернативу более высоко с точки зрения итогового комплексного показателя.

Разработанная система может быть использована не только для оценки реальных опционов, но и для мониторинга и контроля над процессом реализации стратегии компании. Анализ изменения фактических значений итоговых показателей, а также показателей, сформулированных в рамках СК, позволяет оценить в динамике процесс реализации стратегии компании как единого целого, выявлять наиболее существенные тенденции, складывающиеся в рамках данного процесса и выработать рекомендации, направленные на повышение эффективности реализации стратегии компании.

Инструментальное средство поддержки принятия управленческих решений на основе предложенного метода комплексной оценки реальных опционов.

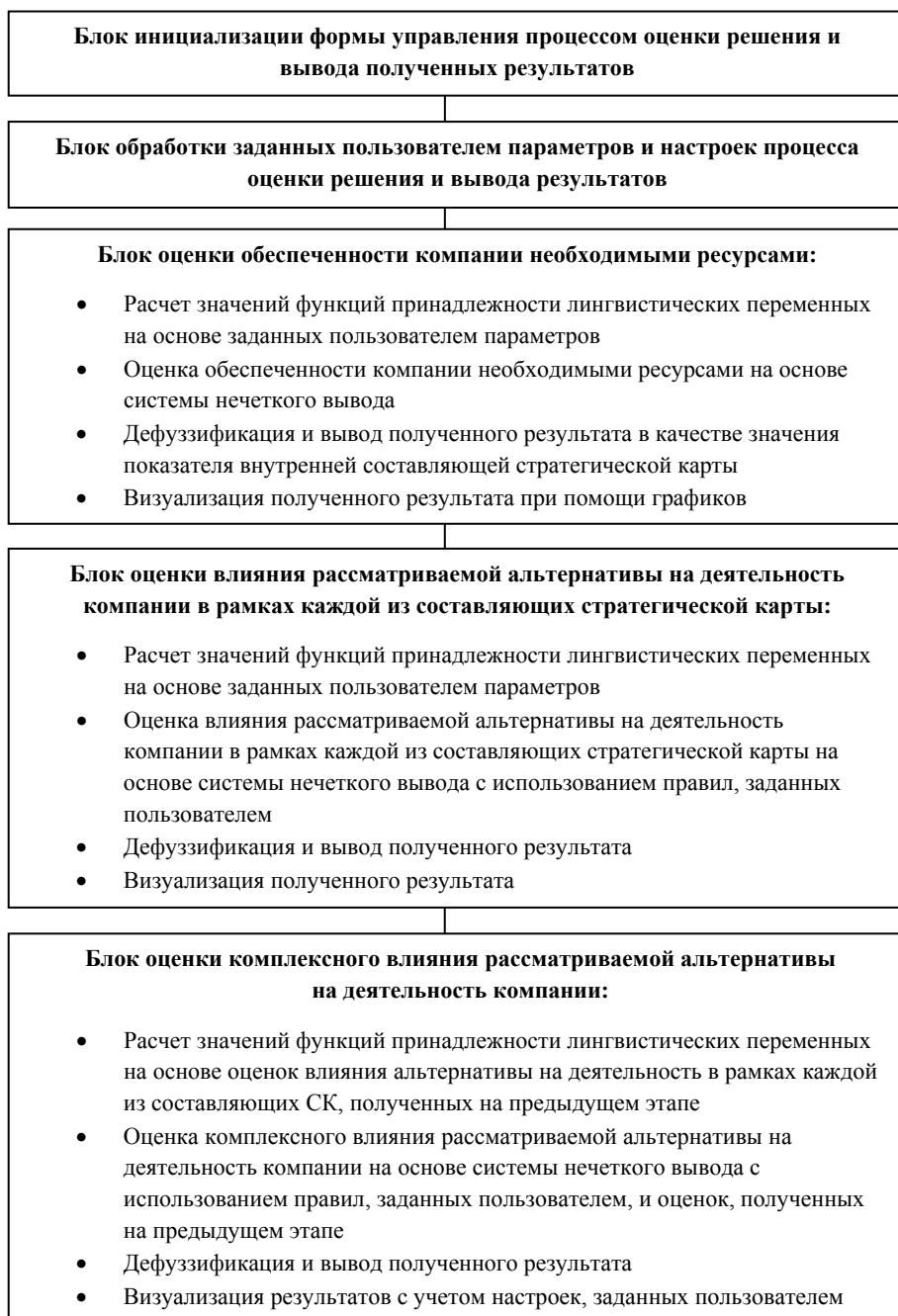
Инструментальное средство поддержки принятия решений в условиях неопределенности разработано на основе Microsoft Office Excel 2003 с использованием Microsoft Visual Basic 6.3. Инструментальное средство позволяет:

- Задавать лингвистические переменные, их термы и параметры нечетких множеств;
- Осуществлять оценку влияния альтернатив, рассматриваемых в рамках анализа реального опциона, на обеспеченность компании необходимыми ресурсами;
- Осуществлять оценку влияния рассматриваемых альтернатив на деятельность компании в рамках каждой из составляющей стратегической карты;
- Осуществлять комплексную оценку влияния рассматриваемых альтернатив на деятельность компании.

Система использует дискретную форму представления данных. То есть при проведении операций над нечеткими множествами значения их функций принадлежности рассчитываются для точек из конечного множества. Количество точек, в которых вычисляются значения функций принадлежности различных нечетких множеств, зависит от величины относительной погрешности, задаваемой пользователем в настройках программы. Структура алгоритма, лежащего в основе разработанного инструментального средства, представлена на рис. 2.

Рисунок 2

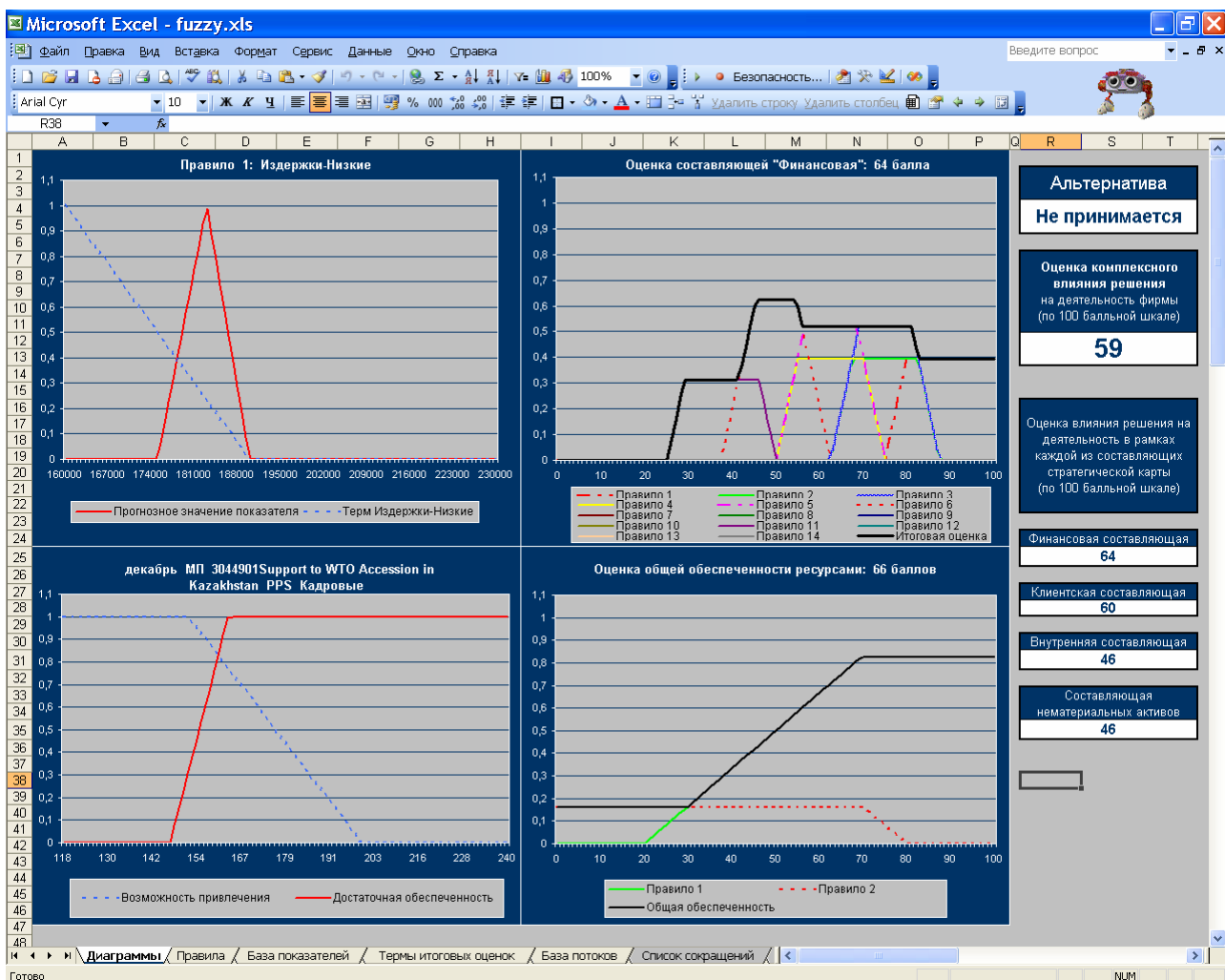
Инструментальное средство поддержки принятия решений на основе метода комплексной оценки реальных опционов: структура алгоритма



Разработанное на основе предложенного в работе метода комплексной оценки реальных опционов на основе систем нечеткого вывода инструментальное средство позволяет осуществлять сравнительную оценку влияния различных альтернатив на деятельность компании в целом, а также в рамках каждой из составляющих стратегической карты. К числу основных достоинств разработанного инструментального средства можно отнести относительную простоту его использования, возможность визуального представления результатов нечеткого вывода (рис. 3), а также гибкость, которая позволяет использовать данное средство для поддержки процесса оценки и принятия управленческих решений в различных областях экономической деятельности.

Рисунок 3

Визуализация результатов оценки реальных опционов на основе систем нечеткого вывода в рамках разработанного инструментального средства



III. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Поставлена задача оценки реальных опционов на основе системы показателей, сформулированных в рамках стратегической карты компании;
2. Разработан метод комплексной оценки реальных опционов на основе систем нечеткого вывода;
3. Разработано инструментальное средство поддержки принятия управленческих решений на основе предложенного метода комплексной оценки реальных опционов;
4. Разработана стратегическая карта и система показателей консалтинговой компании (на примере компании САISo);
5. Предложенный метод оценки реальных опционов и разработанное на его основе инструментальное средство реализованы в практической деятельности консалтинговой компании САISo для оценки решения по созданию автоматизированной системы хранения и поиска информации об экспертах, которые могут быть привлечены для работы в международных проектах.

Публикации по теме диссертации:

1. **Ильин И.В., Лемякин Е.Д. Использование реальных опционов при моделировании и оценке экономической динамики предприятия. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2007. - №3-1. - С. 121-126.**
2. Лемякин Е.Д., Математические методы в управлении финансовыми ресурсами коммерческого банка. // Системный анализ в проектировании и управлении. Труды X Международной научно-практической конференции. Ч. 2. - СПб.: Издательство Политехнического Университета, 2006. - С. 104-106.
3. Лемякин Е.Д. Портфель контрактов как инструмент управления экономической динамикой фирмы. // Современные проблемы науки, образования и производства. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, специалистов, преподавателей и молодых ученых, 14 апреля 2007. - Н.Новгород.: «НФ УРАО», 2007. - С. 66-68.
4. Ильин И.В., Лемякин Е.Д. Структурированный портфель контрактов и портфель опционов фирмы как управляемая система. // Системный анализ в проектировании и управлении. Труды XI Международной научно-практической конференции. Ч. 2. - СПб.: Издательство Политехнического Университета, 2007. - С. 168-170.
5. Лемякин Е.Д. Разработка системы нечеткого вывода для описания, анализа и оценки экономической динамики фирмы как объекта контрактного взаимодействия. // Стратегическое планирование и развитие предприятий. Материалы Девятого всероссийского симпозиума. Секция 2. - М.: ЦЭМИ РАН, 2008. - С. 102-104.