

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА**

**Международная научно-практическая  
мультиконференция  
«Управление большими системами – 2007»**



**КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ  
И УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ  
СИТУАЦИЙ**

**Труды VII Международной конференции  
(13-14 ноября 2007, г. Москва)**

**Москва - 2007**

УДК 15:519.876

КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ  
СИТУАЦИЙ (CASC'2007) / Труды VII Международной конфе-  
ренции / Под ред. З.К. Авдеевой, С.В. Ковриги. - М.: Институт  
проблем управления РАН, 2007.

Издание осуществлено при поддержке РФФИ, грант № 07-07-  
06045-г

Рецензенты: Абрамова Н.А., д.т.н.

Корноушенко Е.К., д.т.н.

Кузнецов О.П., д.т.н., проф.

Райков А.Н., д.т.н., проф.

Утверждено к печати

Программным комитетом конференции

ISBN 978-5-91450-009-9

© ИНСТИТУТ  
ПРОБЛЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ 2007

## Содержание

**Абрамова Н.А.**

*О развитии когнитивного подхода к управлению слабо-структурированными объектами и ситуациями.....* 9

### Секция 1

## **СТРУКТУРИЗАЦИЯ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ СИТУАЦИЙ. УЧЕТ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В УПРАВЛЕНИИ**

**Абрамова Н.А.**

*Когнитивный подход к проблеме нетранзитивности предпочтений.....* 16

**Аршинский Л.В.**

*Парадоксы нечеткого оценивания.....* 20

**Беляев И.П.**

*Влияние эмоционального фактора на успешность деятельности.....* 24

**Болотова Л.С.**

*Ситуационная модель управления как основа объективизации знаний в системах когнитивного моделирования.....* 29

**Дорофеюк А. А., Гольдовская М.Д., Покровская И.В.**

*Когнитивные методы структурного анализа в задаче оценки эффективности слабоформализованных региональных систем.....* 33

**Коврига С.В.**

*Принципы, ориентированные на достоверность построения моделей на основе когнитивных карт.....* 37

**Коврига С.В.**

*Некоторые критерии достоверности моделей на основе когнитивных карт.....* 42

3

**Кулинич А.А.**

*Систематизация когнитивных карт и их методов анализа.....* 50

**Мандель А. С., Беляков А.Г., Лапин А.В.**

*Экспертно-статистические модели и метод аналогов как средство моделирования действий человека в системе управления.....* 57

**Мандель А. С., Барладян И.И., Токмакова А.Б.**

*Имитационное моделирование поведения человека в системе управления и системы обучения (тренажеры) с использованием метода аналогов.....* 61

**Микулич Л.И.**

*Понимание, онтологии, сложность. (О человеческом факторе в управлении).....* 66

**Покровская И.В., Дорофеюк А.А., Чернявский А.Л.**

*Методы учёта человеческого фактора в задачах принятия решений в слабоформализованных системах управления.....* 70

**Райков А.Н.**

*Когнитивная структура виртуального пространства доверия.....* 74

**Реут Д.В.**

*Когнитивная составляющая поли-онтологической деятельности на примере общественного здравоохранения.....* 79

**Реут Д.В.**

*Онтологический параллакс как базовый аспект человеческого фактора.....* 83

**Соложенцев Е.Д.**

*Сценарные логико-вероятностные модели риска взятков..*87

4

## Секция 2.

### ФОРМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ В СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СИТУАЦИЯХ

<b>Верба В.А., Буянов Б.Я.</b> <i>Принятие решений при планировании эксперимента на когнитивных моделях</i> .....	91
<b>Выхованец В.</b> <i>Исчисление понятий</i> .....	95
<b>Горелова Г. В., Мельник Э. В.</b> <i>Возможности планирования эксперимента при моделировании взаимодействия сложных систем на графах</i> .....	100
<b>Гусев В.Б., Павельев В.В., Другов В.Е.</b> <i>Индикативное регулирование регионального развития с применением комплексных оценок</i> .....	104
<b>Дорофеев Ю. А.</b> <i>Методология структурного анализа и прогнозирования в слабоформализованных системах управления</i> .....	108
<b>Иванов Е.Б., Горбатов Е.П., Кондрукевич А.А.</b> <i>Модельный тренажёр обжиговой печи</i> .....	112
<b>Иващенко А.А., Заложнев Д.А, Новиков Д.А., Щепкина М.А.</b> <i>Системы оценки деятельности в компенсаторных и линейных системах многокритериального стимулирования</i> .....	117
<b>Мишин С.П.</b> <i>Вид многоуровневой организации в зависимости от внешних условий</i> .....	125

<b>Клепарский В.Г., Клепарская Е.В.</b> <i>Роль нематериальных активов (человеческого капитала) в процессе перехода на новый уровень адекватности управления</i> .....	129
<b>Корноушенко Е.К.</b> <i>Моделирование ситуаций с использованием «расщепленных» когнитивных карт</i> .....	137
<b>Корноушенко Е.К.</b> <i>Моделирование взаимодействий участников ситуации с использованием расщепленной когнитивной карты</i> ....	142
<b>Кочкаров А.А., Кочкаров Р.А.</b> <i>Моделирование структурного разрушения систем</i> .....	146
<b>Кулинич А.А.</b> <i>Алгоритм объяснения прогнозов развития ситуации в качественных когнитивных картах</i> .....	150
<b>Малюгин В.Д., Славгородская Е.Л.</b> <i>О математической модели психо-информационных типов</i> .....	153
<b>Марковский А. В.</b> <i>Оценки уверенности размытых значений факторов в качественных динамических когнитивных картах</i> .....	160
<b>Петрова С.Ю., Гудзовский А.А., Кузьмин А.В.</b> <i>Нейросети в реализации системы поливариантных образовательных программ</i> .....	169
<b>Толок А.В.</b> <i>Автоматизированная система аналитического проектирования в моделировании сложных экономических процессов</i> .....	173

### Секция 3.

#### ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ В СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СИТУАЦИЯХ

<b>Борисова М.С.</b> <i>Возможности управления проблемными ситуациями в бюджетном процессе на основе когнитивного моделирования .....</i>	177
<b>Гусев В.Б., Пащенко Ф.Ф.</b> <i>Анализ проблемных вопросов управления мегаполисом ..</i>	181
<b>Гусева И. Ю.</b> <i>Когнитивный подход к изучению процессов управления муниципальной собственностью.....</i>	185
<b>Дорофеев А. А., Мандель А.С., Чернявский А.Л., Лифшиц Д.В.</b> <i>Разработка методики мониторинга и оценки эффективности управления работами по содержанию жилищно-коммунального хозяйства Москвы .....</i>	189
<b>Женихов Е.С.</b> <i>Нематериальные активы повышают устойчивость развития предприятий.....</i>	193
<b>Жирков О. А., Шалаша З. И.</b> <i>Качественный выбор вариантов стратегического развития .....</i>	197
<b>Еркина Е.С.</b> <i>Когнитивный подход к анализу и моделированию сложных социальных явлений на примере анализа проблемы футбольного хулиганства .....</i>	201

<b>Кочетов Д.С. , Кочетова О.А.</b> <i>Когнитивный анализ инновационных процессов в экономике российских регионов на примере Шолоховского района .....</i>	206
<b>Лисьев Г. А.</b> <i>Когнитивная модель взаимодействия образования и экономики России: гипотезы и оценки .....</i>	210
<b>Орлов А. И.</b> <i>Моделирование и оценка результатов взаимовлияний факторов с помощью системы "ЖОК" .....</i>	214
<b>Перова М.Б., Ярыгина Л. В.</b> <i>Когнитивная карта взаимного влияния сельскохозяйственных предприятий и сетевых энергокомпаний.....</i>	218
<b>Раевнева Е. В., Клебанова Т.С.</b> <i>Процесс развития предприятия: классификационный аспект .....</i>	224
<b>Солохин С.С.</b> <i>Когнитивное моделирование рекреационной системы Южного федерального округа.....</i>	228
<b>Шадрикова А.П.</b> <i>Когнитивное моделирование для организаций третьего сектора .....</i>	233

#### Материалы круглого стола "Когнитивное управление и обучение"

<b>Jipp M., Bartolein C., Badreddin E.</b> <i>Intention estimation and the concept of cognitive control....</i>	237
<b>Badreddin E., Jipp M.</b> <i>Construct validation: theory of structured intelligence.....</i>	243

## О РАЗВИТИИ КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ ОБЪЕКТАМИ И СИТУАЦИЯМИ

**Абрамова Н.А.**

(Институт проблем управления РАН, Москва)

abramova@ipu.ru

Ключевые слова: когнитивный подход, слабоструктурированная ситуация (объект), управление, экспертные методы, риски, человеческий фактор

Чтобы говорить о развитии когнитивного подхода к управлению слабоструктурированными объектами и ситуациями, уместно уточнить, что означают слова и словосочетания «когнитивный», «когнитивный подход», «когнитивное моделирование» применительно к решению задач управления, в частности, управления слабоструктурированными объектами и ситуациями.

Сегодня два перекрывающихся направления исследований, представляемых на конференциях CASC связывают себя с «когнитивным подходом», хотя и на различающихся основаниях.

Одним из направлений является развитие формальных методов, опирающихся на модели на основе когнитивных карт. Иначе говоря, *когнитивный подход* к управлению слабоструктурированными объектами и ситуациями, *в узком понимании* связан с определенным семейством формальных моделей.

Другое направление ориентировано на целостный процесс решения практических задач управления для слабоструктурированных объектов и ситуаций. Оно включает в поле зрения не только этапы решения, обеспечиваемые формальными методами, но и такие *субъектно-зависимые этапы* как формализация (в том числе, структуризация) первичных знаний и представлений о проблемной ситуации, целеполагание и другие этапы, которые выполняются людьми и также *требуют* своего *научного обеспечения*. Такое обеспечение связано с учетом человеческого фактора и, в особенности, когнитивных аспектов человеческой деятельности. При этом не делается ограничений на выбор фор-

мальных моделей для структуризации, так что можно говорить о *когнитивном подходе* к управлению слабоструктурированными объектами и ситуациями *в широком смысле* [1].

В этом смысле когнитивный подход можно определить как *решение научных проблем методами, учитывающими когнитивные аспекты*, т.е. аспекты, относящиеся к когнитивной сфере человека.<sup>1</sup> Когнитивная сфера определяется как «сфера психологии человека, связанная с его познавательными процессами и сознанием, включающая в себя знания человека о мире и о самом себе». При этом в разных научных подходах и школах когнитивной науки, изучающей эти вопросы, когнитивная сфера структурируется по-разному. В частности, выделяются процессы «восприятия, мышления, познания, объяснения и понимания»; «восприятия, внимания, языка, памяти, и мышления»; «восприятия, памяти, мышления и языка». В одном из подходов (в системе метода Роршаха) когнитивная сфера включает три основных блока: «структурирование - распознавание – концептуализация» с когнитивными операциями, обеспечивающими обработку информации при встрече с проблемной ситуацией, на которые накладывается «проблемно-решающий стиль».

Экспресс-анализ тезисов, представленных на конференцию CASC'07, и общение с авторами позволяют выделить две тенденции в развитии когнитивного подхода (рис. 1).

		Учет субъектно-зависимых этапов решения задач, человеческого фактора, когнитивных аспектов	
<b>Формальные модели и методы</b>	Модели на основе когнитивных карт	-	+
	Другие модели	-	+

*Рис. 1. Тенденции в развитии когнитивного подхода*

<sup>1</sup> В основу положено определение из социологического словаря. Для краткости ссылки на определения в этой части, легко доступные в Интернете, опущены.

Во-первых, по типу используемых формальных моделей и методов наблюдается сдвиг от некоторой фетишизации моделей на основе когнитивных карт как единственного «когнитивного» (т.е. присущего человеку в качестве когнитивного ресурса) средства структурирования сложных объектов и ситуаций в сторону многообразия моделей и даже интеграции разных моделей в ходе решения практических задач.

Во-вторых, в среднем наблюдается тенденция к большему охвату субъектно-зависимых этапов решения практических задач управления сложными объектами и ситуациями. Однако достижению реальных научных результатов в этом плане мешает почти полное отсутствие *методологии представления и развития знаний*, которые могли бы лечь в основу когнитивного подхода как научного направления. Следствием оказывается преобладание «разговорного жанра», соображений «здорового смысла» вместо доказательности, демонстраций примеров успешного решения практических задач вместо постановок научных проблем и т.д. Кроме того, извлечение и адаптация знаний когнитивной науки, которые могут быть полезными для решения задач управления при когнитивном подходе, оказывается нетривиальной задачей.

Говоря о когнитивном подходе, естественно задаться вопросом о степени, в какой нужно считаться с человеческим фактором, с когнитивными аспектами интеллектуальной деятельности людей, решающих практические управленческие задачи, при создании научного обеспечения этой деятельности. Типовые точки зрения на этот вопрос и их влияние на качество создаваемого научного обеспечения оказалось удобным соотнести со следующим условным набором типов исследователей в направлении CASC: «формалисты», «когнитивисты», «системщики», «инструменталисты», «реалисты». Краткий анализ этих точек зрения и их влияния на перспективы развития направления в целом говорит о целесообразности учета человеческого фактора при решении, по крайней мере, двух типов проблем:

- защиты от рисков, обусловленных человеческим фактором,
- обучения практиков решению управленческих задач, связанных с новыми, сложными, слабоструктурированными объектами

и ситуациями, с использованием формальных моделей и методов без привлечения «экспертов по структуризации», «когнитологов» и т.п.

Сегодня в Институте проблем управления РАН в лаборатории 51 «Когнитивное моделирование и управление развитием ситуаций» развивается направление, лежащее в русле когнитивного подхода, в широком понимании этого словосочетания, и направленное на решение названных проблем.

Предметом исследования являются, с одной стороны, субъектно-формальные (экспертные) методы поддержки поиска и принятия решений при управлении слабоструктурированными объектами и ситуациями, а с другой, когнитивные процессы у субъектов интеллектуальной деятельности, моделируемые в тех аспектах и в той мере, какие значимы для качества решения практических задач управления. Особенностью развиваемого когнитивного подхода являются

- *междисциплинарный характер исследования*, нацеленный на интеграцию теоретических исследований в области формальных методов и исследований в области гуманитарных наук,
- *эмпирический подход к проверке и обоснованию гипотез* формальных методов, лежащих за рамками формальных теорий принятия решений и экспертных методов.

В качестве фундаментальной проблемы выделена *проблема рисков из-за человеческого фактора при решении практических задач управления* посредством субъектно-формальных (экспертных) методов и информационных технологий. Она рассматривается как комплексная проблема, которая охватывает весь жизненный цикл<sup>2</sup> таких методов, а также соответствующих информационных технологий и систем поддержки принятия решений [2]. Смысл проблемы состоит в том, что *многие современные методы являются рискованными*, поскольку не обеспечивают приемлемого для ряда приложений уровня качества получаемых решений (адекватности, достоверности, надежности, безопасности, информативности); при этом сложившийся нормативный

<sup>2</sup> Жизненный цикл метода охватывает его разработку, обоснование и применение.

уровень требований к таким методам создает почву для теоретического развития и практического применения рискованных методов.

Исследования, близкие к проблеме рисков, обусловленных действием человеческих факторов в жизненном цикле субъектно-формальных (экспертных) методов поддержки поиска и принятия решений, немногочисленны. Наибольшее влияние на развиваемый подход оказали исследования школы О.И.Ларичева, направленные на повышение надежности «человеческой подсистемы переработки информации» [3 и др.] и исследования известного психолога мышления Д. Дёрнера по моделированию сложных ситуаций [4].

В работах школы О.И.Ларичева выдвинута концепция психологически корректных методов выявления предпочтений ЛПП, возможности которой на сегодня не реализованы и не исчерпаны. Однако в этих работах не учитываются факторы влияния ученых с их догмами и стереотипами на качество результатов применения формальных методов, которые, по исследованиям автора, составляют систематический источник рисков. В исследовании Д. Дёрнера представлен ряд характерных типов ошибок в принятии решений, которым, в силу естественных механизмов мышления, подвержены не только дилетанты, но и эксперты при работе со сложными ситуациями.

Имеется также широкий спектр психологических исследований в области ограниченной рациональности человека, не связанных с деятельностью по управлению, свидетельствующих о многочисленных типах рисков в интеллектуальной деятельности человека.

Можно выделить две значимые проблемы, разрешение которых могло бы повлиять на данную проблемную ситуацию:

- научно-методологическая *проблема обоснованности современных научных представлений о том, как думает и как должен думать человек* (эксперт, аналитик, ЛПП, менеджер), и соответствующих нормативных – по отношению к человеку – теоретических моделей, закладываемых в тот или иной субъектно-формальный метод;

- *прикладная проблема качества конкретных знаний*, поро-

ждаемых при использовании определенных экспертных методов и технологий в условиях действия человеческих факторов.

Целью исследований является разработка теоретически обоснованного подхода

- к поиску, выбору, разработке субъектно-формальных методов для решения практических задач с учетом рискованности методов;

- к контролю над рисками из-за человеческого фактора в ходе применения рискованных методов, особенно, в случае слабо-структурированных объектов и проблемных ситуаций;

- к методам повышения защищенности от рисков из-за человеческого фактора при создании информационных технологий и систем поддержки принятия решений на основе субъектно-формальных методов.

Ближайшими целями являются:

- 1) междисциплинарный обзор литературы *по когнитивному подходу к решению прикладных задач* с охватом публикаций в областях теории управления; теории и методов экспертного оценивания; искусственного интеллекта; гуманитарных наук (психологии, лингвистики, социологии); информационных технологий;

- 2) разработка принципов построения *научного языка для описания и анализа качества субъектно-формальных методов*, который позволял бы учитывать не только информационную структуру процесса решения задачи, но и мыслительные процессы субъекта, разрабатывающего и/или применяющего такие методы и технологии, причем – в той мере, в какой они влияют на достоверность конечных результатов. При разработке принципов построения научного языка для описания субъектно-формальных методов желательным свойством такого языка является «полифония» – возможность выделять разные аспекты процессов решения практических задач, прежде всего, информационный аспект, игнорирующий человеческие факторы, и субъектно-зависимый аспект, позволяющий привлекать научные знания о человеческих факторах;

- 3) *эмпирическая проверка гипотез о субъектах интеллектуальной деятельности*, вовлекаемых в процесс решения зада-

чи, которые (гипотезы) заложены в типовые методы поддержки принятия решений. Такая проверка должна проводиться при решении конкретных практических задач. При проверке гипотез типовых методов принятия решений предполагается охватить такие элементы этих методов как: модели когнитивных карт, функции агрегирования многокритериальных оценок, транзитивность отношений предпочтения, понятийная формализация.

4) *разработка концепции когнитивного тренажера*, учитывающей когнитивные особенности и типовые мыслительные ошибки субъекта (эксперта, аналитика, ЛПР) при решении задач управления для сложных и слабоструктурированных ситуаций. В основу концепции когнитивного тренажера ляжет разработанная качественная модель эксперта-аналитика [5], которая согласуется с современными психологическими представлениями, но существенно отличается от традиционных представлений об экспертах в теории экспертных оценок, в искусственном интеллекте, в науке управления, основанной на формальных методах, в целом.

### Литература

1. АБРАМОВА Н.А., НОВИКОВ Д.А. *Развитие представлений о человеческих факторах в науке управления. Предисловие* / Человеческий фактор в науке управления. Сборник статей под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. – М.: КомКнига, 2006. – С.5-51.
2. АБРАМОВА Н.А. *О проблеме рисков из-за человеческого фактора в экспертных методах и информационных технологиях* / Проблемы управления, 2007, №2. – С. 11–21.
3. АСАНОВ А.А., ЛАРИЧЕВ О.И. *Влияние надежности человеческой информации на результаты применения методов принятия решений* / АиТ, 1999, №5. – С. 20-31.
4. ДЁРНЕР Д. *Логика неудачи. Стратегическое мышление в сложных ситуациях*. М.: Смысл, 1997. – 243 с.
5. АБРАМОВА Н.А., КОВРИГА С.В. *О рисках, связанных с ошибками экспертов и аналитиков* / Проблемы управления. – 2006, №6. – С.60-67.

## Секция 1 СТРУКТУРИЗАЦИЯ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ СИТУАЦИЙ. УЧЕТ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В УПРАВЛЕНИИ

### КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ НЕТРАНЗИТИВНОСТИ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

Абрамова Н.А.

(Институт проблем управления РАН, Москва)

abramova@ipu.ru

Ключевые слова: принятие решений, попарные предпочтения, нетранзитивность предпочтений, когнитивный подход, когнитивные эвристики, риски в принятии решений

Формальные методы принятия решений, как правило, основываются на ряде явных и неявных допущений о том, как думают и должны думать эксперты или лица, принимающие решения. Значимым примером таких допущений, весьма часто принимаемых без достаточного обоснования, является принцип транзитивности попарных предпочтений. Проблема нетранзитивности предпочтений связана с ситуациями, когда, при  $a > b$  («а предпочтительно по сравнению с b») и  $b > c$ , имеет место предпочтение  $c > a$  вместо  $a > c$ , ожидаемого по транзитивности. Эта ситуация рассматривается как проблема в различных областях знания, включая психологию, теорию принятия решений, экономические науки, социологию, и начиная с широко известной работы А.тверского [1], не угасает поток публикаций по различным аспектам проблемы.

Интерес автора к нетранзитивности предпочтений связан с исследованиями рисков из-за человеческого фактора в области формальных методов поиска и принятия решений применительно к слабоструктурированным проблемам и ситуациям (когда формализация оказывается существенным этапом решения конкретной практической проблемы) [2]. С точки зрения проблемы



рисков, оказалось целесообразным пересмотреть проблему нетранзитивности как в объективном аспекте, который локализует роль транзитивности в принятии решений, так и в субъективном аспекте, который определяет влияние мнений ученых по поводу «статуса» транзитивности в принятии решений на качество решений, принимаемых посредством формальных методов.

В объективном плане фундаментальный вопрос состоит в том, должны ли попарные предпочтения в принятии решений всегда быть транзитивными, чтобы быть адекватными практическим управленческим ситуациям. Для ответа на этот вопрос применен *когнитивный подход* к анализу, согласно которому транзитивность предпочтений рассматривается не как объективное знание, но как *когнитивная эвристика*, или иначе когнитивный ресурс, который используется человеческим разумом в ряду других эвристик при принятии решений. Тогда при исследовании вопрос стоит об области адекватного (достоверного) применения этой эвристики и месте этой области в пространстве  $S^T$  всех мыслимых ситуаций, где имеет смысл попарно сравнивать те или иные объекты и, возможно, применять эвристику транзитивности попарных предпочтений.

Главные выводы, в объективном аспекте проблемы, таковы. Накопленные теоретические и эмпирические данные на сегодня достаточны, чтобы признать, что эвристика транзитивности предпочтений в решении проблем, основанных на попарных сравнениях и предпочтениях, не универсальна<sup>3</sup>. Объективно проблема находится в "серой" области с нечеткими границами. Часто мы не можем идентифицировать достаточные условия для достоверного применения этой эвристики, что создает риск неадекватных решений при ее применении.

В субъективном аспекте проблемы проанализирован вопрос о том, как люди, и особенно ученые, отвечают на вышеупомянутый вопрос об универсальности и адекватности эвристики тран-

---

<sup>3</sup> Среди источников данных, позволяющих судить о том, насколько универсальна эвристика транзитивности, отметим обзор психолога А.Н. Подьякова [3].

зитивности, и как это может влиять на качество решений, принимаемых на основе формальных методов. Обзор многих публикаций показывает, что вопреки объективному знанию, накопленному в науке и практике, а также в условиях нехватки знаний об объективной ситуации, имеют место существенно различные, даже противоречивые точки зрения.

Объяснение разнообразию точек зрения может быть найдено в психологических теориях, касающихся эвристик, хотя и не относящихся к научным эвристикам и формальным методам. (см., например, Р. Чалдини [4]) и в теориях, касающихся ограниченной рациональности и сдвигов рациональности<sup>4</sup>. Анализ и наши эксперименты приводят к заключению, что при субъективной оценке универсальности эвристики транзитивности предпочтений довольно типичным является сдвиг рациональности (в психологических терминах), который проявляется в преувеличенной вере в ее адекватность. Как показали недавние исследования [6], такого рода вера становится систематическим фактором риска при разработке методов и информационных технологий поддержки принятия решений, использующих транзитивность без учета специфики и статуса экспертного знания.

Выдвинута *концепция рациональной нетранзитивности экспертных предпочтений*. Согласно этой концепции, нетранзитивность может быть как следствием ошибок эксперта (что принято в традиционном подходе), так и результатом рациональных эвристик, примененных экспертом для определения предпочтений в контексте конкретной решаемой задачи. Если обоснования для своих предпочтений представлены экспертом, не противоречат стандартным нормам рациональности (среди которых нет нормы транзитивности), и они ведут к нетранзитивности, уместно говорить о рациональной нетранзитивности. На основе этой концепции и проведенного анализа когнитивных рисков, связанных с проблемой нетранзитивности в условиях

---

<sup>4</sup> Понятие ограниченной рациональности было введено и мотивировано Г. Саймоном в 1957 [5] и довольно широко применяется психологами наряду с понятием «сдвиг рациональности». (См., например, [6].)

принятия решений, основанного на формальных методах и экспертных предпочтениях предлагается *адаптивный подход* к формированию математических средств для решения задач с традиционным использованием аксиомы транзитивности. Он означает, что формальные методы для поддержки принятия решений должны адаптироваться к рациональным экспертным эвристикам в контексте особенностей конкретных решаемых задач. Идея адаптации, очевидно, касается не только принципа транзитивности, но также и всего комплекса концептуальных и математических средств решения прикладных задач управления.

Реализация адаптивного подхода применительно к общей проблемы поиска лучшего элемента представлена с двух точек зрения. Во-первых, предлагается схема развития математических средств для решения связки сходных частных проблем в рамках данной общей проблемы. Во-вторых, демонстрируется простой пример с акцентом на адаптацию к логике эксперта.

### Литература

1. TVERSKY, A. *Intransitivity of preferences*, Psychological review, 76, pp. 31-48
2. АБРАМОВА Н.А. *О проблеме рисков из-за человеческого фактора в экспертных методах и информационных технологиях* / Проблемы управления, 2007, №2. – С. 11–21.
3. ПОДДЬЯКОВ А.Н. *Непереходность (нетранзитивность) отношений превосходства и принятие решений* // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2006. № 3. С. 88-111.
4. ЧАЛДИНИ Р. *Психология влияния*. – Спб.: Питер, 2001, 270 с.
5. SIMON, H.A. (1957) *Models of man: Social and rational* (New York: Wiley).
6. SHANTEAU, J. (1989). Cognitive heuristics and biases in behavioral auditing: review, comments and observations. *Accounting, Organizations and Society*, 14(1/2), pp. 165-177.
7. ABRAMOVA, N.A. (2006), *A subject of intellectual activity under cognitive control of ambient intelligence*. In: 9th IFAC Symposium on Automated Systems Based on Human Skills and Knowledge. Preprint. May 2006.

## ПАРАДОКСЫ НЕЧЕТКОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Аршинский Л.В.

(Восточно-Сибирский институт МВД России)

arsh@esi.irk.ru

Ключевые слова: вероятность, векторная логика, нечеткая логика, теория свидетельств.

### Введение

Во многих прикладных задачах, связанных с моделированием плохоформализованных предметных областей, в качестве основы моделирования часто выступает теория вероятности или нечеткие логики. Оба подхода считаются хорошей основой для формализации дефицита и противоречивости данных, которые встречаются в подобных задачах. Общей чертой обоих подходов служит нечеткое оценивание истинности (вероятности) соответствующих суждений (гипотез) числом из интервала  $[0,1]$ . При этом постулируется соотношение

$$(1) \quad \|a\| + \|\neg a\| = 1,$$

которое многими воспринимается как фундаментальное (здесь  $a$  – некоторое утверждение или гипотеза,  $\neg$  – символ отрицания,  $\|\dots\|$  – степень ее истинности или вероятность). Цель данной работы – показать, что соотношение (1) приводит к парадоксам и обсудить альтернативные подходы к моделированию дефицита и противоречивости данных.

### 1. Оценивание на основе вероятности (пример 1)

Одним из основных последствий использования соотношения (1) является необходимость постулирования принципа безразличия при отсутствии априорных данных. Согласно ему, в этом случае вероятность реализации любой гипотезы из полного множества взаимоисключающих гипотез объявляется равной

$1/N$ , где  $N$  – общее число гипотез. Пример парадокса, к которому это может привести, дал в [1] Г. Шафер.

*Есть ли жизнь возле Сириуса?* (G. Shafer, 1976). Рассмотрим две взаимоисключающие гипотезы:

$a_1$  – возле Сириуса жизнь есть;

$a_2$  – возле Сириуса жизни нет.

Согласно принципу безразличия, при отсутствии сведений вероятности этих гипотез нужно объявить равными  $1/2$ .

Рассмотрим три других гипотезы:

$b_1$  – возле Сириуса есть планеты с жизнью;

$b_2$  – возле Сириуса нет планет с жизнью;

$b_3$  – возле Сириуса нет даже планет.

Согласно тому же принципу, вероятности этих гипотез следует объявить равными  $1/3$ .

Но случаи  $a_1$  и  $b_1$ , а также  $a_2$  и  $\{b_2, b_3\}$  по смыслу эквивалентны друг другу. Однако априорные вероятности принимают значения  $1/2$  и  $1/2$  в первом случае, и  $1/3$  и  $2/3$  – во втором. *Априорные вероятности для эквивалентных по смыслу случаев различаются!*

Исходя из этого и других соображений, Шафер разработал теорию свидетельств, одной из особенностей которой стала замена соотношения (1) соотношением  $\|a\| + \|-a\| \leq 1$ .

## 2. Оценивание на основе нечетких логик (пример 2)

Принцип безразличия является основой для априорного оценивания истинности и для моделей, основанных на нечетких логиках. И вновь он приводит к парадоксам.

Предположим, имеется полная система из двух взаимоисключающих гипотез  $\{a_1, a_2\}$  (например,  $a$  и  $\neg a$ ). При отсутствии априорных сведений истинности утверждений о справедливости каждой из гипотез следует принять равными  $1/2$ :  $\|a_1\| = \|a_2\| = 1/2$ .

Предположим, что поступило свидетельство силы  $1/2$  в пользу гипотезы  $a_1$ . Учитывая вклад этого свидетельства по схеме:

$$(2) \quad \|a\|_{i+1} = \|a\|_i + \Delta - \|a\|_i \cdot \Delta,$$

что типично для подобных моделей, мы получаем  $\|a_1\| = 3/4$ . В силу (1) получаем при этом, что  $\|a_2\| = 1/4$ .

Предположим, далее, что поступило свидетельство также силы  $1/2$  в пользу  $a_2$ . Учитывая его вклад в истинность  $a_2$  по схеме (2), вместо  $1/4$  получаем  $\|a_2\| = 1/4 + 1/2 - 1/8 = 5/8$ . Соответственно, в силу (1),  $\|a_1\| = 3/8$ . Но  $5/8 > 1/2$ , а  $3/8 < 1/2$ . *Равнозначные свидетельства при равнозначных начальных условиях привели к неравнозначному («несимметричному») результату!*

Отметим, что парадоксальный результат: несимметричное влияние симметричных по характеру свидетельств сохраняется при замене (2) на любое выражение  $\|a\|_{i+1} = s(\|a\|_i, \Delta)$ , такое, что  $s(\|a\|_i, \Delta) > \|a\|_i$  и  $s(\|a\|_i, \Delta) > \Delta$ .

Отметим также, что в этом примере соотношение (1) поучаствовало в генерировании парадокса дважды: сначала в виде принципа безразличия, а потом при учете свидетельства в пользу одной из рассматриваемых гипотез как свидетельства против другой их них.

## 3. Альтернативные подходы к моделированию дефицита и противоречивости данных

Один из альтернативных подходов, снимающих указанные парадоксы, упомянут в связи с нечетким оцениванием на основе теории вероятности. Это – теория свидетельств Шафера. Ее недостатком, однако, служит стремительный, как  $2^N$ , рост объема вычислений с ростом числа рассматриваемых гипотез.

Другим подходом является представление нечеткости интервалом  $[-1, 1]$  с объединением свидетельств по схеме (2), когда  $\|a\|_i, \Delta > 0$ , по схеме  $\|a\|_{i+1} = \|a\|_i + \Delta + \|a\|_i \cdot \Delta$ , когда  $\|a\|_i, \Delta < 0$  и по схеме  $\|a\|_{i+1} = (\|a\|_i + \Delta) \cdot f(\|a\|_i, \Delta)$ , когда  $\|a\|_i$  и  $\Delta$  имеют разные знаки, как это делается, например, в [2]. «Стартовым» значением истинности здесь является 0. Оно же

получается и при поступлении взаимоопровергающих свидетельств из примера 2. При этом ситуации отсутствия данных и их взаимного опровержения не различаются.

Еще одним возможным подходом является интервальное оценивание истинности [3]. В этом случае исходное значение истинности суждения – весь отрезок  $[0,1]$ . Поступающие свидетельства в пользу суждения смещают нижнюю границу интервала истинности вправо, а свидетельства против – верхнюю границу влево, формируя, таким образом, отрезок  $\|a\| = [a_1, a_2] \subseteq [0,1]$ . Совокупная сила подтверждающих и опровергающих свидетельств здесь не должна превышать 1.

Наконец, четвертым из рассматриваемых подходов является оценивание на основе векторных логик [4]. В них истинность формализуется вектором  $\|a\| = \langle a^+, a^- \rangle$ , где  $a^+, a^- \in [0,1]$  и определяются, соответственно, свидетельствами за и против  $a$ .

### Литература

1. SHAFER G. *A Mathematical Theory of Evidence*. – Princeton and London: Princeton University Press, 1976. – 297 p.
2. SHORTLIFFE E.H., BUCHANAN B.G. *A model of inexact reasoning in medicine* // *Mathematical Bioscience*. Vol. 23. 1975. P. 351-379.
3. QUINLAN J.R. *INFERNO: a causations approach to uncertain inference* // *The computer J*. Vol. 26. 1983. № 3. P. 255-269.
4. АРШИНСКИЙ Л.В. *Векторные логики: основания, концепции, модели*. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2007. – 228 с.

## ВЛИЯНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ФАКТОРА НА УСПЕШНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Беляев И.П.

(НИИ информационных технологий, Москва)

belip@mail.ru

Ключевые слова: эмоция, математическая модель, тестирование, теоретический прогноз, эксперимент

### Введение

Термин «эмоция» в психологии происходит от латинского «возбуждать, волновать» и означает непосредственное переживание удовлетворенности или неудовлетворенности потребностей человека. До работ П.В.Симонова не было достаточно четкого определения эмоции. И только ему удалось не только подробно исследовать этот феномен человеческой психики, но и вывести формулу, связывающую силу и тип эмоции с потребностью и информацией [1,2]. Эта формула была положена в основу разработанной в ИПМ РАН математической модели [4]. Модель дала достаточно четкие прогнозы эффективности деятельности в зависимости от эмоционального типа человека. Под руководством автора доклада были проведены экспериментальные исследования, показавшие качественную адекватность прогноза реальным некоторым особенностям операторской деятельности.

### 1. Математическая модель эмоциональной динамики

В соответствии с теорией П.В.Симонова [1,2] только недостаток информации о том, как потребность удовлетворить, порождает эмоции. Если обозначить как  $П$  - значение потребности,  $Ис$  - информацию, существующую (имеющуюся в наличии у субъекта),  $Ин$  - информацию, прогностически необходимую для удовлетворения потребности, а как  $Э$  – саму эмоцию, то формула будет выглядеть так:

$$(1) \quad Э = П \cdot (И_c - И_n)$$

В ситуации недостатка информации получаем отрицательные эмоции тем большей величины, чем больше этот недостаток.

Если считать, что эмоция изменяется динамически по ходу реализации некоторой деятельности, то можно записать [4]:

$$(2) \quad \frac{d\mathcal{E}}{dt} = b\Pi \frac{dP}{dt},$$

где  $\mathcal{E}$  – величина эмоции,  $\Pi$  – величина потребности,  $P$  – вероятность удовлетворения потребности,  $b$  – коэффициент. Как величину  $\mathcal{E}$ , так и  $\Pi$  удобно представить в относительных единицах  $\mathcal{E}, \Pi \in [0,1]$ . Из (2) немедленно следует:

(3)  $\Delta\mathcal{E} = b\Pi\Delta P$  – аналог базового соотношения (1), с учетом того, что [4]:

$$(4) \quad \frac{dI}{dt} = g\Pi + h\mathcal{E},$$

где  $g$  и  $h$  – некоторые коэффициенты, определяющие баланс рациональной составляющей и эмоциональной соответственно. Если  $g \gg h$ , то такой тип человека называют «человек дела» (ЧД). При обратном соотношении – «человек настроения» (ЧН).

Вероятность достижения цели можно связать с информацией, необходимой для принятия решения следующим соотношением:

$$(5) \quad P = 0, \text{ если } I \leq I_{\min}; P = k(I - I_{\min}), I_{\min} \leq I \leq I_{\min} + \frac{1}{k}; \\ P = 1, \text{ если } I \geq I_{\min} + \frac{1}{k}$$

где  $k$  – некоторый коэффициент, такой, что на участке длины  $\frac{1}{k}$  значение  $P$  линейно растёт от 0 до 1. Соотношения (5) задают этапность деятельности: «раскачка», когда имеющаяся информация меньше минимально необходимой, «продуктивная работа» и – третья фаза – «удовлетворение» потребности.

## 2. Тестирование и его результаты

Для определения того, к какому из двух типов ЧД или ЧН принадлежит испытуемый, был разработан специальный тест [5]. В тесте две группы вопросов. На вопросы одной группы предполагаются положительные ответы представителей группы ЧД. Вопросы другой группы ориентированы соответственно на представителей ЧН. Отрицательный ответ на вопрос одной группы автоматически плюсуется балл к другой группе. Количество баллов, набранных в одной группе, относится к общему количеству вопросов, как часть к единице. Получаемые два параметра можно обозначить как  $h$  – часть ЧН, и  $g$  – часть ЧД. Сумма этих частей даёт единицу, или 100%.

Выборка испытуемых состояла из 31 человека. Возраст тестируемых составил 17-20 лет. Испытуемому предъявлялся бланк теста, содержащий 40 вопросов и поля для ответа. Участвовавшие в эксперименте разделились следующим образом:

9,68% (3 человека) – можно в равной степени отнести как к группе людей дела, так и к людям настроения.

19,35% (6 человек) – относятся к группе людей настроения.

70,97% (22 человека) – относятся к группе людей дела.

Для того, чтобы исследовать динамику поведения испытуемых во всех трех выделенных группах, было проведено исследование той же группы испытуемых на стенде «Адаптивная Модель Совмещённой Деятельности Человека-Оператора» (здесь и далее – АМСДЧО), разработанном под руководством проф. И.Г.Городецкого (МАТИ).

Адаптивная модель совмещённой операторской деятельности представляет собой совокупность двух задач: задачи преследования, связанной с удержанием визира в заданной области и логической задачи, связанной с решением математической задачи в установленных временных рамках. Адаптивность этих задач заключается в том, что сложность этих задач возрастает в случае их успешного выполнения и понижается в противном случае.

На рис. 1 представлен типичный график, характерный для испытуемых, отнесённых к группе ЧД:

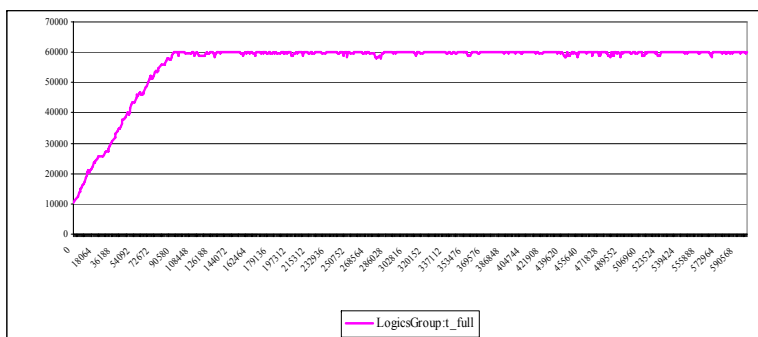


Рис. 1. График изменения успешности вероятности достижения цели для типа ЧД

Качественно этот график совпадает с теоретической кривой [4,с.20, рис 8б, кривая P1].

Для второй группы – представителей ЧН на графике скорости решения логической задачи (рис. 2) можно увидеть относительно долгий подъём до стандартного уровня.

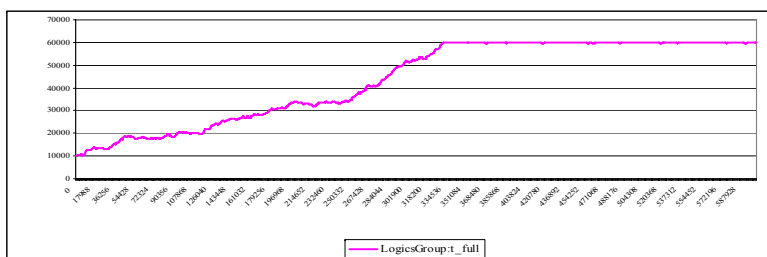


Рис. 2. График изменения успешности вероятности достижения цели для типа ЧД

Такое поведение свойственно больше людям настроения, что можно увидеть, обратившись к математической модели эмоций [4, с.20, рис 8б, кривая P2].

## Литература

1. СИМОНОВ П.В. *Мотивированный мозг*. М.: Наука, 1987.
2. СИМОНОВ П.В. *Созидающий мозг*. М.: Наука, 1993.
3. *Психология мотиваций и эмоций* / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтера и М.В. Фаликмана, изд. 2-е, стереотипное. – М.: ЧеРо, МПСИ, Омега-Л, 2006.
4. КАПУСТИН М.А., КОПЫЛОВА А.Г. *Математическое моделирование эмоциональной динамики*. – М.: Ин-т. прикл. математики им. М.В.Келдыша РАН, 1998.
5. ЛИЗУНОВА М. *Влияние эмоциональной компоненты на эффективность деятельности человека-оператора*. – М.: МАТИ им. К.Э.Циолковского. Дипломная работа по специальности «Эргономика» под руководством БЕЛЯЕВА И.П., 2007.

# СИТУАЦИОННАЯ СЕМИОТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАК ОСНОВА ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ ЗНАНИЙ В СИСТЕМАХ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Болотова Л.С.

(Московский институт радиотехники, электроники и  
автоматики (Технический университет) Москва)

Ebolotov@infoline.ru

Ключевые слова: ситуационное управление, системы поддержки принятия решений, семиотическая модель, когнитивная модель.

## Введение

В настоящее время все большую популярность набирает подход к формализации и структурированию знаний о проблемных ситуациях при управлении сложными социальными системами с позиций когнитивного моделирования (КМ). Трудно переоценить те принципиально новые возможности, которые дает когнитивная карта (КК) и КМ. Если учесть еще и простоту парадигмы КМ, её достаточно высокую понимаемость всеми участниками процесса проектирования и исследования, а также простоту лежащего в её основе теоретического аппарата, то рост числа приверженцев данного подхода, становится совершенно понятным. Однако, при разработке КМ возникает целый ряд принципиальных трудностей, от качества преодоления которых зависит все остальное. Это, в первую очередь, субъективность подхода при выборе факторов и, чрезвычайно высокая роль экспертов при построении матрицы весов взаимовлияния факторов. Естественно задаться вопросом. А нельзя ли снизить субъективность КМ? Это помогло бы существенно улучшить качество КМ и её результаты.

В данном докладе предлагается подход к решению поставленной проблемы с позиций ситуационных семиотических моделей.

## 1. Ситуационная семиотическая модель

Как известно, в 70 –х годах XX-го века Поспеловым Д.А. и Клыкковым Ю.И. был разработан метод ситуационного управления большими системами [1,2]. В его основе лежали идеи построения ситуационной модели (СМ) объекта управления и процессов его функционирования; формирования единого языка описания и фиксации любых возможных ситуаций и классов ситуаций; разбиения множества ситуаций на классы, при котором каждому классу ситуаций соответствовало решение, наиболее целесообразное с точки зрения заданных критериев функционирования и управления. Данный подход был возможен, когда множество классов ситуаций существенно превышало множество допустимых решений по управлению. Случай, когда множества ситуаций и решений были, либо соизмеримы по мощности, либо слишком большими, был рассмотрен и разработан в работах Л.С. Загадской - Л.С. Болотовой [3,4]. Было предложено: все множество ситуаций разбивать на классы таким образом, чтобы каждому классу соответствовала своя *концептуальная структура решения (КСР)*. На следующих этапах эта структура доопределяется в процессе интерпретации и конкретизации с учетом имеющихся ограничений, для каждой структуры выявляется или проектируется необходимый контекст - пласт знаний, включающий правила интерпретации ситуаций в пределах данной структуры и множество процедур для их трансформации и экстраполяции. На множестве КСР могут быть определены теоретико-множественные операции объединения, пересечения, дополнения, и другие. В результате формируется единый язык описания пространства ситуаций и решений, а также семиотическая ситуационная модель (ССМ) предметной области (ПО). В общем виде ССМ ПО представляется в виде совокупности множеств:  $\{X, C, R, G, F\}$ , где:  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  -

множество имен объектов (предметов и сущностей) данной предметной области;  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$  - множество имен свойств  $X$ ,  $R = (r_1, r_2, \dots, r_n)$  - множество имен отношений, в которые могут вступать объекты моделируемой предметной области (ПО);  $G = (g_1, g_2, \dots, g_k)$  - имена действий (решений), которые допустимы над объектами множества  $X$ .  $F$  - отображение пространства ситуаций ПО во множество действий ( $S_{ПО}(t) \rightarrow G$ ). При этом,  $X, R, G$ , сами являются достаточно разветвленными иерархиями. Данная модель содержит минимально необходимую и достаточную систему знаний для вывода вариантов принятия решений.

## 2. Предлагаемый подход

В его основе лежит представление о ССМ ПО рассматриваемой системы управления и тех действий, которые ЛПР может осуществлять над её объектами (сущностями). В нашем подходе действия отождествляются с возможными решениями по управлению. Они могут быть как конкретными, так и абстрактными (воображаемыми). Очевидно, что свойства каждого объекта ПО могут быть как статическими, так и динамическими. Последние могут задаваться в виде лингвистических переменных со своими областями значений и рассматриваться как факторы, влияющие на изменение ситуаций в данной ПО.

Проблемные ситуации возникают тогда, когда значения динамических свойств (одного или нескольких) выходят за заданные пределы и требуется вмешательство со стороны ЛПР. На основе ССМ ПО могут быть определены: множество проблемных ситуаций и дискретная ситуационная сеть (ДСС). Под ДСС понимается семантическая сеть, вершинами которой являются проблемные ситуации, а дугами – отношения причины и следствия между ними. ДСС может рассматриваться как аналог КК с дальнейшим переходом на когнитивное моделирование. При этом значения весов матрицы взаимовлияния факторов могут задаваться, также исходя из контекста ССМ ПО.

## Литература

1. ПОСПЕЛОВ Д.А. *Ситуационное управление: теория и практика*. М.: Наука, 1986. – 385 с.
2. КЛЫКОВ Ю.И. *Ситуационное управление большими системами*. М.: Энергия, 1974. – 251 с.
3. ЗАГАДСКАЯ Л.С., КЛЫКОВ Ю.И. *Практическое применение ситуационной модели управления* / Известия АН СССР. Техническая кибернетика, № 6, 1974. –53-57
4. БОЛОТОВА Л.С., КУКОР Б.Л. *Интеллектуальные информационные технологии поддержки принятия решений в муниципальном управлении* / Сб. материалов международной научно – практической конференции «Устойчивое развитие муниципального образования: теория, методология, практика». – М.: «Муниципальный мир», 2006. – 116-125 с.



# КОГНИТИВНЫЕ МЕТОДЫ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЛАБОФОРМАЛИЗОВАННЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Дорофеев А.А., Гольдовская М.Д., Покровская И.В.  
(Институт проблем управления РАН, Москва)  
adorof@ipu.ru, lab55@ipu.ru, ivp@ipu.ru

Ключевые слова: когнитивная структуризация, оценка эффективности, слабоформализованные региональные системы

## **Введение**

В докладе рассмотрены когнитивные методы структуризации информации применительно к задачам анализа, прогнозирования и оценки эффективности слабоформализованных региональных систем управления. Основная проблема, с которой сталкиваются разработчики алгоритмов структурного анализа подобных данных – это получение «сжатого» представления исходной информации, содержательно хорошо интерпретируемого и пригодного для подготовки и обоснования принимаемых управленческих решений. Необходимо учитывать также большую размерность и многопрофильность исходной информации, - число объектов доходит до нескольких тысяч, а число показателей - до двух сотен, при этом используются не только числовые, но и ранговые, номинальные, экспертные показатели. Кроме того, обычно ставится задача динамического анализа информации за несколько лет. Это приводит к тому, что оказывается малоэффективным использование классических методов статистической обработки и анализа подобных данных. Всё сказанное говорит о том, что для таких задач и таких объектов необходимо разрабатывать когнитивные методы структуризации, позволяющие учитывать огромный интуитивный опыт управленцев по фильтрации и «сжатию» (структурному) представлению информации для принятия качественных решений.

## **1. Когнитивные методы структуризации данных**

В докладе для разработки когнитивных методов структуризации предлагается использовать алгоритмы классификационного анализа данных [1], дополненных экспертными процедурами коррекции. В докладе описаны подобные методы для структуризации исходных параметров; множества объектов, входящих в исследуемую систему; траекторий объектов (изменение значений характеристик объектов во времени).

### *1.1. Когнитивные методы структуризации параметров*

Практика использования алгоритмов структуризации показывает, что структуризация объектов с учётом всех исходных параметров редко приводит к хорошим результатам. Именно поэтому для структуризации объектов используются не исходные, а информативные параметры, которых обычно существенно меньше.

Структуризацию параметров предлагается проводить с помощью алгоритмов экстремальной группировки [1]. При этом используются специальные экспертно-корректирующие процедуры для выбора конкретного типа алгоритма и основных его характеристик, таких как: выбор типа группировки - с фоновой группой или без неё, алгоритма фильтрации (в зависимости от уровня «зашумлённости» параметров), вида меры связи между параметрами и др. Результатом экстремальной группировки являются группы параметров и факторы – синтезированные параметры-характеристики групп, каждый из которых является линейной комбинацией исходных параметров соответствующей группы и, в определённом смысле, её «центром». На базе результатов экстремальной группировки строятся интегральные показатели. В качестве таковых выбираются либо сами факторы, либо параметры близкие к факторам, здесь также используются процедуры экспертной коррекции.

### *1.2. Когнитивные методы структуризации объектов*

Классификация объектов производится в пространства  $X$  интегральных показателей, полученных на предыдущем этапе. Как и в предыдущем разделе используются специальные экс-

пертно-корректирующие процедуры для: выбора конкретного алгоритма структуризации объектов; определения вида критерия качества структуризации; выбора типа фильтрации (например, классификация строится с фоновым классом или без такового); выбора типа размытости – четкая, размытая, с размытыми границами, четкая с размытым фоном, размытая с четким фоном и т.д. Результатом классификации является вектор функций принадлежности объектов к классам  $(h_1(x), \dots, h_r(x))$ ,  $r$  – число классов, а также описание самих классов (например, эталонов) [1]. Для того чтобы результаты структуризации можно было использовать в практических задачах, важно не только насколько экономно она представляет исходную информацию, но и насколько эта структуризация удобна для интерпретации в содержательных терминах. В этой связи в приложениях в последнее время широко используются экспертно-классификационные алгоритмы построения так называемых «хорошо интерпретируемых классификаций» [2].

## **2. Оценка эффективности слабоформализованных региональных систем**

В докладе описан пример использования разработанных когнитивных методов структурного анализа для сравнительной оценки социального развития регионов России. Для этого использовались значения 47 показателей для 79 регионов за 3 года. В работе экспертно-корректирующих процедур принимали участие более 20 специалистов Минэкономразвития, Минздравсоцразвития, ряда ВУЗов и НИИ социально-экономической направленности. Алгоритм структуризации параметров позволил отобрать из 47 исходных 6 информативных показателей. Дальнейшее исследование структуры регионов происходило в этом шестимерном пространстве.

Была построена последовательность классификаций регионов на 2, 3, ..., 12 классов. С помощью специальной экспертно-классификационной процедуры была выделена классификация на «оптимальное» число классов - 7. На базе этой классифика-

ции был получен рейтинг социального развития регионов для каждого из 3 лет, проанализирована динамика рейтингов регионов по основным показателям. Для укрупненной оценки социально-экономической ситуации в регионах был построен линейно упорядоченный рейтинг регионов по наиболее важной паре показателей (среднедушевой доход - уровень безработицы). Для этого с помощью алгоритма построения хорошо интерпретируемых классификаций [2] было получено 16 классов регионов, которые с помощью экспертной процедуры были линейно упорядочены. Кроме того, каждый рейтинговый класс получил интегральную характеристику по всем основным показателям.

На этом же материале, с помощью алгоритма, разработанного в [3], было проведено структурное прогнозирование оценок социального развития регионов. Этот алгоритм позволяет учесть особенности всей прошлой траектории изменения положения каждого объекта в шестимерном пространстве информативных параметров.

В докладе обсуждаются результаты решения этой задачи, которые свидетельствуют о высокой эффективности разработанных методов и прогнозной модели.

## **Литература**

1. БАУМАН Е.В., ДОРОФЕЮК А.А. *Классификационный анализ данных*. / Труды Международной конференции по проблемам управления. Том 1. – М.: СИНТЕГ, 1999. - С. 62-67.
2. ДОРОФЕЮК А.А., ЧЕРНЯВСКИЙ А.Л. *Алгоритмы построения хорошо интерпретируемых классификаций* / Проблемы управления. 2007 №2. – С. 83-84.
3. ДОРОФЕЮК А.А., ДОРОФЕЮК Ю.А. *Методы структурно-классификационного прогнозирования многомерных динамических объектов* / Искусственный интеллект. 2006. № 2. - С. 138-141.

## ПРИНЦИПЫ, ОРИЕНТИРОВАННЫЕ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНЫХ КАРТ

**Коврига С.В.**

(Институт проблем управления РАН, Москва)

maxi@ipu.ru

Ключевые слова: слабоструктурированная проблемная ситуация, формализация первичных знаний, когнитивная карта.

В ходе анализа рисков для достоверности моделей на основе когнитивных карт и практики применения таких моделей сформированы принципы, ориентированные на повышение достоверности их построения.

*Принцип нисходящего проектирования.* Процесс “погружения” в слабоструктурированную проблемную ситуацию целесообразно начинать с предварительного определения общей направленности исследований, построения концептуальной модели (схемы) и последующей ее детализации.

Концептуальное структурирование проблемной ситуации направлено на когнитивное преобразование первичного представления субъекта о ситуации в новое, с более четкой концептуальной структурой.

Построение общей концептуальной модели обеспечивает формирование необходимого целостного и обозримого представления о проблемной ситуации

Отличительной особенностью сложных слабоструктурированных ситуаций и проблем является то, что они часто затрагивают процессы и явления различной природы (свойство многоаспектности), что обуславливает необходимость привлечения экспертов – носителей знаний из разных предметных областей. (Как правило, эксперт не является носителем знаний многих

областей, а специализируется на одной или ограниченном пространстве предметных областей.)

Наличие общей концептуальной схемы, обладающей свойствами целостности и обозримости, ограничивает исследуемую предметную область и позволяет обеспечить целенаправленный отбор экспертов.

*Принцип разделения на смысловые блоки.* Согласно данному принципу последующая детальная структуризация представлений о ситуации в рамках принятой концептуальной схемы сводится к построению частных когнитивных карт, отражающих отдельные смысловые блоки (фрагменты) схемы, с последующей интеграцией частных когнитивных карт в общую. Каждая частная когнитивная карта есть формализованное представление отдельного аспекта исследуемой сложной ситуации. Построение когнитивной карты сопровождается уточнением концептуальной схемы ситуации посредством углубления представлений экспертов (аналитиков), уточнения того содержания, которое связывается с понятиями выбранного типа модели на основе когнитивной карты, и его согласования.

Следование принципам нисходящего проектирования и разделения на смысловые блоки при построении когнитивной карты позволяет блокировать типичный вид ошибок, обнаруженных психологом Д. Дёрнером [5], когда субъект выстраивает целостное представление о сложной проблемной ситуации путем построения редуцирующих<sup>1</sup> гипотез. Такие гипотезы приводят к формированию упрощенного представления о сложной или непривычной ситуации, не отражающего многообразия взаимосвязей ее различных аспектов. Суть такой гипотезы в том,

---

<sup>1</sup> Редукция (от лат. *reductio* - возвращение, приведение обратно), восстановление прежнего состояния, сведение сложного к более простому. Редуцирование – в различных отраслях науки и техники наименование процессов, ведущих к уменьшению размеров какого-либо объекта, упрощению его структуры или к ослаблению напряжения, силы, иногда к полному исчезновению чего-либо [4].

что один фактор делают “определяющим”, а все остальное “привязывают” к нему.

*Общий принцип согласованности понимания.* Важной составной частью построения когнитивной карты является понятийно-структурная формализация, т.е. структурирование первичных представлений экспертов (аналитиков и др. специалистов) о сложной проблемной ситуации путем формирования понятий, представляющих факторы.

Слабая согласованность представлений участников процесса построения и исследования моделей сложных слабоструктурированных ситуаций выделена как характерный тип помех, ухудшающих качество этого процесса, его сходимости и результативность. Указанный тип помех связан с особенностями человеческого коллектива [7]. Исходя из этого, определены частные принципы, позволяющие управлять процессами согласования понятий, концептуальных представлений участников коллективной деятельности и в значительной мере компенсировать негативное воздействие понятийных помех [2]. К числу этих принципов относятся принцип “статусного знания”, принцип единой системы понятий и принцип приемлемого согласования.

*Принцип “статусного знания”* состоит в необходимости считаться с согласованными представлениями при наличии различных точек зрения на слабоструктурированную проблемную ситуацию. Статусное знание – это знание, которое согласовано на каком-то этапе работы и требует определенной процедуры для его изменения с оповещением заинтересованных сторон. Опираясь на статусное знание, удастся заметно влиять на сходимость процесса получения результатов в дискуссиях и процессах поиска решений.

*Принцип единой системы понятий.* С одной стороны, отсутствие единого языка при обсуждениях нередко затрудняет совместную работу экспертов (носителей знаний различных предметных областей), что неизбежно отражается на результативности разрешения сложной проблемной или непривычной ситуации. Указанный принцип предопределяет необходимость сформировать согласованную систему понятий, рабочий язык

для общения внутри коллектива. В качестве инструмента формирования согласованного понятийного аппарата служат технологии согласования понятий [7].

С другой стороны, разработчики методов и технологий поддержки интеллектуальной деятельности, при разработке соответствующих средств должны ориентироваться на цели, интересы и язык взаимодействия заказчиков – носителей проблемных ситуаций. В этом случае необходимо формирование подходов к разработке интерфейса, обеспечивающего мягкого интеллектуального управления целенаправленным процессом порождения формализованных знаний [3].

Учитывая невозможность достижения цели действительного согласования в деятельности специалистов разных профилей, особенно в условиях ограниченных сроков работы вновь организованного коллектива, следует говорить о принципе *приемлемого согласования в контексте поставленных целей*. В этом случае в качестве цели согласования предлагается вполне коллективное (вполне согласованное) понятие [1,7]. Такое понятие позволяет пользоваться им без учета различия в его понимании разными членами коллектива<sup>2</sup>.

*Принцип контекстной зависимости при определении отношения влияния между парой факторов.* Указанный принцип ориентирован на определенный тип когнитивных карт – причинно-следственные (каузальные) когнитивные карты. Суть принципа состоит в том, что определение влияния фактора  $x_i$  на  $x_j$  ( $x_i \rightarrow x_j$ ) необходимо рассматривать в контексте факторов ( $x_i \rightarrow x_j \rightarrow x_k$ ) в соответствии с критерием соразмерности объемов понятий факторов [6].

Накопленный практический опыт показывает, что следование перечисленным выше принципам способствует более эффективному управлению процессом разработки модели на основе когнитивной карты применительно к конкретной проблемной

---

<sup>2</sup> Работа с “вполне” (но не “действительно”) согласованным понятием типична в деятельности неоднородного коллектива.

ситуации и обеспечению его сходимости и результативности. Особенно это характерно для ситуаций, когда решение сложных проблем является результатом коллективной интеллектуальной деятельности.

### Литература

1. АБРАМОВА Н.А. *О проблеме рисков из-за человеческого фактора в экспертных методах и информационных технологиях* / Проблемы управления, 2007, №2. – С. 11–21.
2. АБРАМОВА Н.А., КОВРИГА С.В. *О некоторых аспектах формирования и согласования понятий и их влияния на качество интеллектуальной деятельности* / Тез. докл. 2-ой междунар. конф. по когнитивной науке. – СПб.: СПГУ 2006. – Т.2. – С. 607.
3. АБРАМОВА Н.А., КОВРИГА С.В., РАЗБЕГИН В.П. *Об одном подходе к порождению формализованных знаний и его возможностях* / Труды конференции КИИ'98. – г. Пущено: 1998, Т1. – С.186-192.
4. *Большая советская энциклопедия*. 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 2001. – <http://slovari.yandex.ru>
5. ДЁРНЕР Д. *Логика неудачи. Стратегическое мышление в сложных ситуациях*. М.: Смысл, 1997. – 243 с.
6. КОВРИГА С.В. *Некоторые критерии достоверности моделей на основе когнитивных карт* / Труды 7-ой Междунар. Конф. “Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций”. М.: ИПУ РАН, настоящий сборник.
7. ПРАНГИШВИЛИ И.В., АБРАМОВА Н.А., КОВРИГА С.В. и др. *Поиск подходов к решению проблем*. М.: СИНТЕГ, 1999. – 192 с.

## НЕКОТОРЫЕ КРИТЕРИИ ДОСТОВЕРНОСТИ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНЫХ КАРТ

Коврига С.В.

(Институт проблем управления РАН, Москва)

maxi@ipu.ru

Ключевые слова: слабоструктурированная проблемная ситуация, формализация первичных знаний, когнитивная карта, достоверность моделей.

При решении самых разнообразных управленческих задач все шире применяется формализация знаний и представлений людей о проблемной ситуации посредством построения и исследования моделей на основе когнитивных карт. (См., например, обзоры [5, 6].) Проблема рисков, связанных с формализацией первичных экспертных знаний и последующим применением формальных методов, поставлена лишь недавно [1] и мало изучена. Суть этой проблемы проявляется в том, что такие методы и соответствующие информационные технологии не обеспечивают достоверности получаемых решений<sup>3</sup>; возникают разного рода риски, обусловленные человеческими факторами, в ходе создания и применения методов и технологий.

Типичным для разработчиков методов, основанных на формализации, является то, что эта проблема либо не замечается, либо недооценивается. Однако на сегодня накоплено довольно много теоретических и экспериментальных данных [1, 7], свидетельствующих о практической значимости проблемы. В особен-

---

<sup>3</sup> Достоверность знаний, применительно к знаниям, используемым при решении практических задач, интуитивно понимается как возможность полагаться на них при решении конкретной практической задачи. В таком смысле можно говорить о достоверности модели и достоверности формализации.

ности это касается сложных слабоструктурированных ситуаций, которые являются основной областью приложения моделей на основе когнитивных карт. Анализ опыта участия автора в прикладной деятельности по моделированию сложных слабоструктурированных ситуаций на основе когнитивных карт, выборочный анализ опубликованных карт, полученных в различных практических приложениях, также свидетельствуют о наличии рисков (для достоверности) при построении и использовании таких моделей.

Значимой составляющей проблемы рисков при построении когнитивных карт слабоструктурированных ситуаций представляется проблема критериев достоверности формализованных моделей. Проблема включает методологию выявления критериев, вопросы их теоретического обоснования, разработку способов их применения для повышения качества формализации, эмпирической проверки таких способов, их внедрения в информационные технологии. Особый интерес представляют критерии, которые могут применяться на этапе формализации, позволяя распознавать и блокировать риски для достоверности результатов и прямые семантические ошибки.

В докладе представлен ряд эвристических критериев достоверности моделей на основе когнитивных карт. (Часть из них предложена в [4].) Эти критерии могут применяться при понятийно-структурной формализации, т.е. на этапе построения собственно когнитивной карты (без оценки значений ее параметров). Критерии формировались, в основном, применительно к типу моделей, в основе которых лежит линейная динамическая модель. Однако по степени их общности можно рассчитывать на применимость к другим типам моделей на основе когнитивных карт.

*Общий критерий адекватности перевода на язык математической модели и обратно* основан на допущении, что основным источником рисков для достоверности является искажающий эффект при переходе знаний от одних носителей к другим и смене схем представления знаний [3].

Критерий связан с переводом промежуточной содержательной модели первичных знаний, которая формируется у субъекта

при составлении когнитивной карты, на язык математической модели, подвергающейся формальной обработке, и обратным переводом математической модели в вербальную форму, обеспечивающим адекватное понимание карты.

Искажения возможны как при составлении конкретной когнитивной карты (искажения первого рода), так и при составлении шаблонов словесного прочтения элементов карты теоретиками и разработчиками соответствующих информационных технологий (искажения второго рода).

Вопросы о том, какие переводы можно считать адекватными, какие искажения – отрицательными и какие – несущественными, на сегодня открыты. Предлагаются частные локальные критерии, направленные на снижение рисков для адекватности перевода (искажения первого рода).

Имеется группа критериев, которые можно отнести к *критериям когнитивной ясности* (достижения понимания при минимуме затрат ресурсов):

- *наличие нормальной формы* у понятий, представляющих факторы (далее по тексту понятия факторов)<sup>4</sup>,  $K^c(p)$ ;
- *легкости перевода* элементов формальной модели в вербальную (словесную) форму
  - бесконтекстность перевода математического смысла связи в карте в вербальную форму,
  - однотипность перевода (по вербальному шаблону).

Согласно критерию  $K^c(p)$ , понятие фактора  $p$ , поименованное принятым способом, может быть интерпретировано (понято) и как фактор, в содержательном смысле, и как переменная,

---

<sup>4</sup> Понятия, представляющие факторы, обладают свойством двуликости, т.е. несут в себе двойственный смысл [1, 8]. Понятия факторов (с их содержательным смыслом) в модель, как правило, вносят эксперты, а общий математический смысл определяется носителями определенной теоретической модели.

принимая значения на определенной измерительной или оценочной шкале.

Проверка соответствия этим критериям и коррекции достигаются лингвистическими средствами – подбором подходящих словесных форм.

Как показали наши исследования по составлению и прочтению когнитивных карт, что присущее человеку стремление к когнитивной ясности может оказывать двойное влияние на достоверность формализации. С одной стороны, представленные критерии когнитивной ясности, по предварительной экспериментальной проверке, действительно способствуют снижению риска искажений за счет ясности понимания. С другой стороны, обнаружился риск искажения второго рода, обусловленные стремлением к упрощению формирования и понимания карт (например, упрощенные шаблоны словесной формулировки связей, неадекватные их математической интерпретации).

Следующая группа критериев связана с оценкой связей между факторами. При оценке характера влияний факторов друг на друга, когда эти влияния осмысливаются более углубленно, может обнаружиться, что за общими понятиями скрыты разные факторы, не отражающие характер введенных между ними связей.

*Критерий соразмерности объемов понятий факторов* сложился у автора в ходе участия в работе по построению моделей на основе когнитивных карт, когда при оценке влияний одних факторов на другие обнаруживалась несоразмерность понятий факторов по степени их общности в сравнении с теми реальными влияниями, которые учитывались при построении карты.

Формально данный критерий представляется в следующем виде: пусть  $B_1 \rightarrow A$  и существует (найденно)  $B_2$ , такое что  $B_2 \rightarrow A$  и  $V_{B_1} \supset V_{B_2}$ , где  $A$  – понятие фактора  $p_1$ ;  $B_{21}, B_{22}$  – понятия фактора  $p_2$ ;  $V_{B_{21}}, V_{B_{22}}$  – объемы понятий  $B_{21}$  и  $B_{22}$  соответственно. Тогда понятие  $B_{22}$  более соразмерно по объему (экстенсивности), чем  $B_{21}$  во влиянии на  $A$ , и  $B_{21}$  несоразмерно  $A$  в этом влиянии (рис. 1).

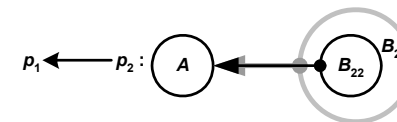


Рис. 1

Несоразмерность принятых понятий по объему создавала риск неадекватной оценки сложности взаимосвязей между факторами. (В одном из примеров “реального” моделирования она привела к ложной транзитивности влияний и неадекватным (несоответствующим реальности) результатам моделирования.)

Дальнейший выборочный анализ показал, что несоразмерность принятых понятий факторов по объему характерна для многих опубликованных когнитивных карт практических ситуаций.

Вопрос о способах контроля несоответствий и их достаточности на сегодня открыт. Однако, по крайней мере, частично такие несоответствия обнаруживаются применением следующего критерия.

*Критерий соразмерной полноты влияний на фактор*,  $K^{sc}(p, B(p))$ , применим к любому фактору карты  $p$  с множеством факторов, прямо влияющих на него,  $B(p) \neq \emptyset$ . Критерий выполняется, если, по оценке эксперта, нет других факторов прямого влияния на фактор  $p$ , соразмерных по значимости с факторами из  $B(p)$ . Речь идет о соразмерных влияниях, поскольку предполагается возможность других факторов, в том числе, неизвестных, влиянием которых в проводимом анализе можно пренебречь.

Обоснованиями для введения этого критерия служат

– экспериментальные исследования психолога Д. Дёрнера, в которых к типичным видам ошибок относятся ошибки односторонности (как особого случая неполноты);

– гипотеза о зависимости состава факторов, выделяемых субъектом при построении формализованной карты определенной ситуации, от порядка фиксации факторов в строящейся карте, которая согласуется с данными Дёрнера и некоторыми

психологическими теориями (в частности, об утрате целостности по Д.Шапиро);

– выборочный анализ опубликованных карт, полученных в различных практических приложениях.

Исправления в карте с целью удовлетворения критерия могут выражаться в виде расширения состава факторов в  $B(p)$ ; изменения понятий факторов по объему, включая как  $p$ , так и  $B(p)$ ; введения формального фактора «прочие факторы» (с последующей оценкой относительной силы его влияния).

*Критерии согласованности коллективных понятий факторов*, в отличие от предыдущих, учитывают, что построение и исследование моделей сложных слабоструктурированных ситуаций нередко представляет собой коллективную деятельность экспертов, аналитиков, лиц принимающих решение, и других специалистов.

Эти критерии направлены на то, чтобы достичь приемлемого уровня взаимопонимания.

В качестве основной нормы, направленной на достижение когнитивной ясности при взаимодействиях, предлагается *критерий нормальной согласованности коллективных понятий*. Этот критерий удовлетворяется в случае вполне согласованных понятий. Он опирается на определение вполне согласованного понятия<sup>5</sup>:

*Вполне согласованное понятие*, в определенном сообществе с установленными или сложившимися целями и контекстом деятельности и установленным или сложившимся распределением ролей, – это совокупность одноименных индивидуальных понятий членов сообщества с такой степенью согласованности, что каждый член сообщества может пользоваться своим индивидуальным понятием; и при этом достигается взаимопонимание.

---

<sup>5</sup> Определение введено в ходе разработки модели научно-прикладного понятия [8] и уточнено в [2].

В случае невозможности достичь такого уровня согласования в коллективе могут применяться и более слабые и нормы согласования, например, *согласование с рефлексией* [2].

Выявленные критерии направлены на распознавание и блокирование семантических ошибок формализации первичных представлений субъекта о сложной слабоструктурированной ситуации на основе когнитивных карт, что позволяет снизить риски из-за человеческого фактора при переходе знаний от одних носителей к другим (будь то человек или компьютер) и смене схем представления знаний. Дальнейшие исследования связываются с разработкой способов их применения в информационных технологиях поддержки интеллектуальной деятельности построения и исследования моделей сложных слабоструктурированных ситуаций (в частности, с разработкой интерфейса, обеспечивающего мягкое интеллектуальное управление целенаправленным процессом порождения формализованных знаний).

### Литература

1. АБРАМОВА Н.А. *О проблеме рисков из-за человеческого фактора в экспертных методах и информационных технологиях* / Проблемы управления, 2007, №2. – С. 11–21.
2. Абрамова Н.А. Рефлексивный подход к проблеме взаимопонимания / Сборник статей «Человеческий фактор в управлении» / Под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. – М.: КомКнига, 2006. – С.52-82.
3. АБРАМОВА Н.А., КОВРИГА С.В. *На пути от информационных технологий к технологиям знаний* / Межд. конференция «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций». Материалы конф. – М.: ИПУ РАН, том 3, 2001, стр. 149-155.
4. АБРАМОВА Н.А., КОВРИГА С.В., НОВИКОВ Ф.В. *О достоверности формализованных знаний и некоторых критериях ее оценки* / Тез. докл.. 3-ей Междунар. конф. по проблемам управления. – М.: ИПУ РАН, 2006. – Т.2. – С. 157.



5. АВДЕЕВА З.К., КОВРИГА С.В., МАКАРЕНКО Д.И., МАКСИМОВ В.И. *Когнитивный подход в управлении* / Проблемы управления, 2007, №3. – С. 2-8.
6. КУЗНЕЦОВ О.П., КУЛИНИЧ А.А., МАРКОВСКИЙ А.В. *Анализ влияний при управлении слабоструктурированными ситуациями на основе когнитивных карт* / Человеческий фактор в управлении / Под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. – М.: КомКнига, 2006. – С. 313–344.
7. ДЁРНЕР Д. *Логика неудачи. Стратегическое мышление в сложных ситуациях*. М.: Смысл, 1997. – 243 с.
8. ПРАНГИШВИЛИ И.В., АБРАМОВА Н.А., КОВРИГА С.В. и др. *Поиск подходов к решению проблем*. М.: СИНТЕГ, 1999. – 192 с.

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ КОГНИТИВНЫХ КАРТ И МЕТОДОВ ИХ АНАЛИЗА

Кулинич А.А.

(Институт проблем управления РАН, Москва)

kulinich@ipu.rssi.ru

Ключевые слова: когнитивная карта, анализ влияний, динамики изменения состояния, устойчивости когнитивных карт, поиск управляющих воздействий, объяснение, оценивание и интерпретация прогнозов и решений.

### **Введение**

В настоящее время для поддержки принятия решений в слабоструктурированных динамических ситуациях применяются различные виды когнитивных карт. Цель этой работы заключается в систематизации когнитивных карт и методов их анализа.

### **1. Виды когнитивных карт**

Когнитивная карта, формально представляемая как ориентированный знаковый граф, является моделью представления знаний экспертов о законах развития и свойствах анализируемой ситуации. Разнообразие когнитивных карт определяется различными способами экспертного задания силы причинно-следственных отношений и значений факторов в когнитивной карте. По этим двум признакам можно выделить следующие виды когнитивных карт: качественные когнитивные карты (знаковые); взвешенные когнитивные карты; нечеткие когнитивные карты влияния; нечеткие когнитивные карты на правилах; качественные когнитивные карты на правилах.

В качественных (знаковых) когнитивных картах факторы ситуации связаны причинно-следственными отношениями, для которых определен только знак влияния: положительный (+) или отрицательный (-) [11]. В когнитивных картах, основанных на

взвешенных знаковых орграфх определяются знак (+ или -) и вес влияния, определяющий силу причинной связи [9]. В нечетких когнитивных картах влияния [12], сила связей между факторами принимает лингвистические значения из множества возможных значений. В нечетких когнитивных картах, основанных на правилах, определены шкалы всех факторов ситуации как множество лингвистических значений, заданных функциями принадлежности и нечетких правил изменения значений факторов «Если..., То...» [12]. В качественных когнитивных картах, основанных на правилах, определены шкалы факторов в виде упорядоченных лингвистических значений и правило, связывающее эти значения линейной зависимостью [6].

## **2. Методы анализа когнитивных карт**

Методы анализа когнитивных карт и поддержки принятия решений следующие: анализ влияний, анализ динамики изменения состояния (прогноз развития ситуации); анализ устойчивости; сценарный анализ; поиск управляющих воздействий; поддержка объяснений, оценивания и интерпретации прогнозов развития ситуации.

### *2.1. Анализ влияний*

Анализ влияний в когнитивной карте направлен на определение знака и силы непрямого и суммарного влияния между любой парой факторов в знаковых и нечетких когнитивных картах. Наиболее известные методы анализа влияний в когнитивных картах основаны на:

1. Каузальной алгебре Аксельрода [11], позволяющей определить только знак влияния между факторами;
2. Гипотезе о том, что сила влияния между вершинами ослабевает с увеличением длины пути [17], связывающего эти вершины. Этот метод, кроме знака влияния позволяет определить еще и силу влияния.
3. Каузальной алгебре Б. Коско [12], позволяющей определить силу и знак влияния в нечетких когнитивных картах влияния лингвистическим значением.

### *2.2. Анализ динамики изменения состояния ситуации*

При анализе динамики изменения состояния ситуации анализируется поведение ситуации - изменение значений всех факторов в ответ на изменение значений некоторых из них - входных факторов. Для анализа динамики задаются шкалы факторов, позволяющие выразить их значение в числовом или лингвистическом виде.

Рассмотрим две группы моделей для анализа динамики изменения состояния ситуации: недетерминированные и детерминированные модели динамики.

1) В недетерминированных моделях динамики значения весов на дугах когнитивной карты интерпретируется как степень неопределенности влияния фактора на фактор. В этом случае, на вход когнитивной карты поступает вектор степеней неопределенности изменения входных факторов, а на выходе получаем прогноз в виде вектора степеней неопределенности изменения значений всех факторов ситуации.

В зависимости от меры неопределенности, используемой при построении и настройке когнитивной карты, используются три модели вывода прогноза развития ситуации. Если значения на дугах интерпретируется как:

- а) Условная вероятность, то для получения прогноза используется правило вычисления вероятностей Байеса [16].
- б) Коэффициенты уверенности, то правило вывода прогноза развития ситуации предложено в работе [18].
- в) Степень принадлежности, то для вывода используется композиционное правило вывода Л. Заде [2, 10].

2) В детерминированных моделях динамики веса на дугах когнитивной карты интерпретируются как передаточные коэффициенты. В этом случае, прогноз развития ситуации выражается в абсолютных значениях факторов, как реакция на абсолютные изменения значений факторов из входного множества. Рассматриваются три модели этого класса.

- а) Модель, описывающая динамику ситуации системой конечно-разностных уравнений [4, 8, 9].

б) Нечеткая модель динамики, основанная на правилах [12]. Факторы определены как лингвистические переменные, значения которых заданы функциями принадлежности. Динамика изменения состояния задается с помощью системы нечетких правил «Если, То...». Нечеткий вывод осуществляется на основе импликации Мамдани [13] или Сугено [19].

с) Качественная модель динамики, основанная на правилах. В этой модели для каждого фактора определено упорядоченное множество его лингвистических значений. Динамика изменения состояния определяется правилами, связывающими изменения значения фактора причины и фактора следствия простой функциональной зависимостью (линейной) [6].

### 2.3. Анализ устойчивости когнитивных карт

Анализ устойчивости когнитивных карт позволяет: во-первых, верифицировать когнитивную карту, т.е. выявить те ошибки эксперта, построившего карту, которые привели к ее неустойчивости; во-вторых, найти структурные решения, т.е. решения направленные на изменение структуры карты. Поскольку дуги когнитивной карты отражают законы или закономерности предметной области, то изменение карты интерпретируется как решение по изменению этих законов.

Для анализа устойчивости когнитивных карт используется метод [9], основанный на представлении когнитивной карты (орграфа) в виде обобщенной знаковой «розы», связывающей ее устойчивость со структурой. Анализ обобщенной «розы» позволяет найти изменения структуры карты, позволяющие добиться ее устойчивости. Другой метод, основанный на полиэдральном анализе орграфа, позволяет выявить типовые структуры орграфа с характерным для этой структуры поведением [1].

Для графовых моделей, включающих большое число факторов и связей между ними, применяется метод, основанный на нахождении сильных компонент графа [4, 9]. В работе [4] предлагается анализировать устойчивость отдельных сильных компонент и стабилизировать их путем ввода дополнительных связей или удалением связей в самой компоненте; вводить до-

полнительные связи между разными компонентами; вводить динамическую обратную связь с использованием нового графа регулятора.

Структурные решения, получаемые с помощью описанных выше методов, требуют интерпретации в предметной области, которые не всегда возможны. В работе [5] предложен метод поиска структурных решений, основанный на представлении альтернатив управления ситуацией в модели кластерной понятийной системы предметной области. Поиск структурного решения в этой модели основан: вначале на поиске допустимой интерпретации, а затем на поиске структурного решения (изменений структуры), соответствующего этой интерпретации.

### 2.4. Сценарный анализ

Сценарный анализ основан на сравнительном анализе поведения ситуации при различных входных воздействиях. Он позволяет сгенерировать сценарий и обосновать наиболее предпочтительный вариант развития ситуации [3].

### 2.5. Поиск управляющих воздействий

Поиск управляющих воздействий для перевода ситуации в целевое состояние основывается на решении обратной задачи (*inverse problem*). В этой работе рассмотрены алгоритмы решения обратной задачи для систем конечно-разностных уравнений [8] нечетких и качественных моделей динамики, основанных на правилах [14, 15].

### 2.6. Поддержка принятия решений

Объяснение, оценивание и интерпретация прогнозов развития ситуации направлены на верификацию когнитивной карты и поддержку генерации управленческих решений.

В работе [7] показано, что в качественных когнитивных картах, основанных на правилах, объяснение сводится к нахождению пути в орграфе, имеющему максимальное влияние. Для оценивания прогнозов развития ситуации в работе [6] предложена интегрированная модель динамики и оценки, включающая качественную модель динамики, основанную на правилах и иерархическую модель оценивания ситуации.

Для поддержки интерпретации прогнозов развития ситуации и решений обратной задачи в работе [5] предложено, прогнозы развития ситуации и решения обратной задачи представлять в понятийной системе предметной области и связывать их с обобщенными понятиями предметной области, облегчающими интерпретацию прогнозов развития ситуации.

### Литература

1. ГОРЕЛОВА Г.В., ЗАХАРОВА Е.Н. *Структурный анализ когнитивных моделей сложных систем*. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций (CASC'2006). Труды конференции / М.: ИПУ РАН. – 2006.
2. ЗАДЕ Л. *Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений*. - М.: Мир, 1976.
3. КОНОНОВ Д.А., КОСЯЧЕНКО С.А., КУЛЬБА В.В. *Сценарный анализ динамики поведения СЭС*. – М.: МГУ, 1999.
4. КОРНОУШЕНКО Е.К., МАКСИМОВ В.И. *Управление процессами в слабоформализованных средах при стабилизации графовых моделей среды*. Труды ИПУ, вып.2, 1998.
5. КУЛИНИЧ А.А. *Моделирование динамических процессов в понятийной системе субъекта для генерации креативных решений*. Когнитивные исследования: Сборник научных трудов: Вып. 1 / Под редакцией В.Д. Соловьева. – 2006.
6. КУЛИНИЧ А.А., ТИТОВА Н.В. *Интегрированная модель поддержки принятия решений в условиях неопределенности*. Труды Института проблем управления. Том 26. М.: ИПУ им. В.А. Трапезникова. 2005. стр. 19-38.
7. КУЛИНИЧ А.А. *Объяснения в системах моделирования когнитивных карт*. Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сб. трудов IV-й Международной конференции (Коломна, 28-30 мая 2007 г.) т.2., М., Физматлит, 2007 – 483-490.
8. МАКСИМОВ В.И., КОРНОУШЕНКО Е.К. *Аналитические основы применения когнитивного подхода при решении слабоструктурированных задач*. Труды ИПУ, вып.2, 1998.

9. РОБЕРТС Ф.С. *Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам*. Наука, 1986.
10. СИЛОВ В.Б. *Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке*. - М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с.
11. AXELROD R. *The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites*. - Princeton. University Press, 1976.
12. KOSKO B. *Fuzzy Cognitive Maps*. // International Journal of Man-Machine Studies, (1986) 24, 65-75.
13. MAMDANI E. H. *Applications of fuzzy set theory to control system: A survey fuzzy automata and decision processes* / M.M. Gupta, G.H. Saridis and B.R. Gaines, eds. - New York: North - Holland, 1977. - P. 1 - 13.
14. MARKOVSKII A.V. *On the relation between equations with max-product composition and covering problem* // Fuzzy Sets and Systems. 2005, V.153, p. 261-273.
15. PAPPIS C.P., SUGENO M. *Fuzzy relational equations and the Inverse Problem*// Fuzzy Sets and Systems. - 1985. - № 15. - p. 79-90.
16. PEARL J. *Fusion, propagation, and structuring in belief networks*. Artificial Intelligence 29(3):241–288, 1986.
17. SAWARAGI T., IWAI S., KATAI O. *An integration of qualitative causal knowledge for user-oriented decision support*. Control theory and advanced technology. Vol. 2, No. 3, September 1986. SHORTLIFE E.H. *Computer-Based Medical Consultations: MYCIN*. Elsevier, New York, 1976.
19. TAKAGI T., SUGENO M. *Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control* // IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics. 1985.–15. P. 116 - 132.

# ЭКСПЕРТНО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОД АНАЛОГОВ КАК СРЕДСТВО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ\*

Мандель А.С., Беляков А.Г., Лапин А.В.  
(Институт проблем управления РАН, Москва)  
manfoon@ipu.ru, icssr@ipu.ru

Ключевые слова: экспертно-статистическая обработка информации, метод аналогов, интегрированное управление, коэффициенты доверия.

## Введение

В 2002 г. для решения задач прогнозирования коротких временных рядов было предложено использовать аппарат экспертно-статистической обработки информации на основе так называемого метода аналогов [1]. Суть этого метода заключается в том, что при недостаточности или недостоверности данных об объекте прогнозирования (ОП) возникает необходимость привлечения в дополнение к статистическим данным экспертной информации о рассматриваемом ОП. В качестве источника соответствующей экспертной информации обычно выступают опытные специалисты, которые в процессе прогнозирования совершают попытку установления аналогий между ОП и поведением других процессов или явлений, которые наблюдались в прошлом. Метод аналогов является одним из новых инструментов экспертно-статистических средств обработки информации.

В 2005-2006 г. разработанные на основе метода аналогов экспертно-статистические средства прогнозирования были введены в состав различных интегрированных систем управле-

ния производством [2], подключая к работе соответствующих систем управления человека и становясь тем самым средством моделирования и описания действий управленцев в процессе синтеза системой при их участии управляющих решений.

В настоящей работе исследуются возможности метода аналогов как формального средства описания действий человека в процессе его взаимодействия с системой управления предприятием.

## 1. Метод аналогов

Метод аналогов основан на предположении о том, что в ряде предметных областей эксперты пытаются строить прогнозы, используя собственные представления о тех объектах или процессах, предыстория которых им, экспертам, полностью известна. Предполагается также, что число таких объектов или процессов достаточно велико и что пространство признаков тех объектов, информация о которых составляет основное содержание опыта экспертов, поддается чёткой или – что встречается достаточно часто – размытой классификации [3, 4]. Формально это означает, что для заданного функционала метрического типа

$$(1) \quad D = \sum_i p^{A_i} \chi\left(\frac{M^{A_i}}{p^{A_i}}\right),$$

где  $\chi$  – выпуклая функция,  $A_i$  – классы точек,  $p^{A_i}$  – априорные вероятности классов  $A_i$ , а  $M^{A_i}$  – первые ненормированные моменты классов  $A_i$ , можно построить рекуррентные алгоритмы отыскания его экстремума. При этом принадлежность к классу (если он – чёткий), устанавливается характеристической функцией, принимающей на объекте, принадлежащем фиксированному классу, значение 1 (в противном случае она равна 0), а если класс – нечёткий (размытый), то – функцией принадлежности  $h_i(x) : 0 \leq h_i(x) \leq 1$ , причем  $\sum_i (h_i(x))^2 = 1$ .

Фактически это означает, что опыт эксперта может быть определённым образом структурирован, однако явной необхо-

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 06-08-00415-а

димости в выполнении подобной классификации в пространстве признаков объектов, вообще говоря, нет, поскольку эксперт самостоятельно распоряжается имеющимся у него опытом, а схема автоматической классификации – это просто формальная модель структуры рассматриваемого пространства.

## 2. Автоматический поиск объектов-аналогов

Для реализации процедур поиска объектов-аналогов введена метрика  $r^s$ . Метрика  $r^s$  формируется по следующим правилам:

- а) задается значение  $W$ , обозначающее число точек, которые принимаются во внимание при поиске объектов-аналогов.
- б) Пусть теперь через  $W_1$  обозначено число уже известных (наблюденных) значений временного ряда.
- в) Для вычисления расстояния между объектами используется следующая формула:

$$(2) \quad r_{lm}^s = \gamma \frac{\sum_{i=1}^{W_1} (x_{li} - x_{mi})^2}{\sum_{i=1}^{W_1} x_{li}^2} + \delta \frac{\sum_{i=W_1+1}^W (x_{li} - x_{mi})^2}{\sum_{i=W_1+1}^W x_{li}^2},$$

где  $x_{li}$  и  $x_{mi}$  –  $i$ -е значение  $l$ -го и  $m$ -го временных рядов, характеризующих  $i$ -й и  $l$ -й объекты соответственно; а  $\gamma$  и  $\delta$  – коэффициенты, определяющие соответственно вклад известных статистических данных и прогнозируемых данных в расстояние между объектами.

В том случае, когда задачей является вычисление расстояния между ОП и произвольным объектом  $m$  из базы данных системы, формула (2) преобразуется к следующему виду:

$$(3) \quad r_{\Pi m}^s = \gamma \frac{\sum_{i=1}^{W_1} (x_{\Pi i} - x_{mi})^2}{\sum_{i=1}^{W_1} x_{\Pi i}^2} + \delta \frac{\sum_{i=W_1+1}^W (x_{\Pi i} - x_{mi})^2}{\sum_{i=W_1+1}^W x_{\Pi i}^2}.$$

В рамках предлагаемой методологии при участии в работе нескольких экспертов необходим арбитр, роль которого играет

так называемый главный эксперт, который имеет возможность осуществить сопоставление разных прогнозов или вариантов управляющих решений, сформированных для данного объекта рядовыми экспертами. Он также может ввести и скорректировать значения коэффициентов доверия к отдельным экспертам, чтобы сблизить окончательно выбранный вариант решения с решениями тех или иных “низовых” экспертов. Понятие коэффициент доверия обозначает числовую характеристику субъективной меры уверенности главного эксперта в том, что соответствующий “рядовой” эксперт способен формировать адекватные прогнозы или решения. Коэффициент доверия становится весомым коэффициентом, который используется системой при вычислении окончательного прогноза (решения) на базе прогнозов (решений), сформированных отдельными “рядовыми” экспертами.

## Литература

1. БАУМАН Е.В. *Методы размытой классификации (вариационный подход)* // *АиТ*. 1998. № 12.
2. БАУМАН Е.В., ДОРОФЕЮК А.А. *Классификационный анализ данных* // Избр. тр. Междунар. конф. по проблемам управления. Т. 1. М.: СИНТЕГ, 1999.
3. БЕЛЯКОВ А.Г., МАНДЕЛЬ А.С. *Прогнозирование временных рядов на основе метода аналогов*. М.: ИПУ РАН, 2002. – 60 с.
4. МАНДЕЛЬ А.С. *Экспертно-статистические методы обработки информации в интегрированных системах управления производством и технологическими процессами* // *Проблемы управления*. 2006, №6.

# ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ И СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ (ТРЕНАЖЕРЫ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА АНАЛОГОВ\*

Мандель А.С., Барладян И.И., Токмакова А.Б.  
(Институт проблем управления РАН, Москва)  
manfoon@ipu.ru, icssr@ipu@ipu.ru

Ключевые слова: экспертно-статистическая обработка информации, метод аналогов, имитационное моделирование, системы обучения.

## **Введение**

Современные системы управления промышленным производством включают в свой состав не только устройства управления и системы съема с управляемых объектов информации об их функционировании, но и немалое число “окон”, пользуясь которыми специалист-управленец может влиять на принимаемые в интегрированной автоматизированной системе решения [1]. Идеология создания этих окон и содержание диалога между управленцем (от низового уровня оператора технологического процесса до стратегического планирования на уровне высшего руководства предприятием) изучается в теории экспертно-статистических систем [2]. В настоящей работе исследуется возможность использования метода аналогов для решения проблемы имитационного моделирования особенностей поведения человека в системе управления и создания систем обучения тренажерного типа. При этом все специалисты, которые обладают полномочиями по взаимодействию с системой управления предприятием, могут рассматриваться как эксперты, что, разу-

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 06-08-00415-а

меется, должно подкрепляться практикой их деятельности и соответствующими акциями, направленными на повышение их квалификации.

## **1. Имитационное моделирование**

### *1.1. Профессиональные и психологические характеристики экспертов*

Очевидно, что результаты управления зависят от профессионализма экспертов. При этом экспертно-статистическая система управления может рекомендовать эксперту внести те или иные коррективы в выбираемые им решения, изменить списки аналогов или выполнить какие-то иные операции. На основе наблюдений за работой экспертов можно утверждать, что уровень профессионализма эксперта при использовании метода аналогов проявляется в двух основных операциях: при работе со списком аналогов и при ручной корректировке значений сформированного на основе аналогов прогноза. При работе со списком аналогов – в процессе добавления или удаления объектов из списка – профессионализм эксперта определяется тем, насколько точно он выбирает группу, к которой, по его мнению, относится объект. Непрофессиональный эксперт может сильно ошибаться при отнесении объекта к той или иной группе или – в крайнем, но вполне вероятном случае – вообще не разбираться в объектах данной предметной области.

При ручной корректировке прогноза профессионализм эксперта определяется тем, насколько точно он “угадывает”, прогнозирует поведение объекта. Возможны ситуации, когда для конкретного объекта в БД системы отсутствуют близкие к нему, рассматриваемому объекту, объекты-аналоги. Однако даже, когда такие аналоги имеются, эксперт, тем не менее, все-таки может пожелать подкорректировать сформированный на их основе прогноз. В этом случае эксперт проводит ручную корректировку значений прогнозного ряда, и чем профессиональнее поведение эксперта, тем ближе скорректированные им значения оказывается к будущим фактическим значениям ряда.

Помимо уровня профессионализма эксперт, как и все люди, может относиться к определенному психологическому типу, являться пессимистом или оптимистом и обладать рядом других особенностей. В результате сформированные экспертом прогнозы могут содержать систематические ошибки (завышения или занижения). Скажем, профессиональный эксперт-“оптимист”, несмотря на способность к точной классификации объектов (то есть, относя его к правильной группе), может с помощью ручных корректировок постоянно завышать значения прогноза прибыли в силу одного лишь своего природного оптимизма. Необходимо отметить, что причинами систематического завышения или занижения прогнозов могут быть не только психологические особенности эксперта, но и различные внешние обстоятельства. Например, если в задаче удовлетворения спроса и управления снабжением предприятия критерий удовлетворения спроса является для эксперта более значимым, чем критерий минимизации лишних запасов, то, очевидно, что прогнозы данного эксперта, скорее всего, окажутся завышенными.

### *1.2. Классификация экспертов и параметры*

Для дальнейшего описания процедуры моделирования введем параметры, характеризующие эксперта (действия которого имитируются системой).

а) Уровень профессионализма первого рода. Этот параметр характеризует, насколько точно моделируемый в системе эксперт осуществляет выбор аналогов, иначе говоря, данный параметр определяет среднюю меру близости выбираемых экспертом аналогов к управляемому объекту.

б) Уровень профессионализма второго рода. Параметр определяет, насколько точно эксперт умеет “угадывать” будущие значения прогнозируемых для рассматриваемого объекта временных рядов. Точное значение соответствующего параметра также задается в настройках системы и может корректироваться пользователем в каждом сеансе моделирования.

с) Параметр “жизненной позиции”. Вводится дополнительный “параметр”, принимающий одно из следующих значений: “оптимист”, “пессимист”, “нейтральный тип”.

Данный параметр определяет склонность эксперта, действия которого моделируются системой, к завышению или занижению прогнозов и применяется при корректировке значений прогнозов, сформированных системой на основе аналогов.

## **2. Системы обучения**

В процессе создания экспертно-статистической системы управления производственным процессом в соответствии с технологией экспертно-статистической обработки информации и методом аналогов [1, 3] выбираются “окна” для взаимодействия экспертов с системой управления и синтезируются процедура диалога между экспертами и системой управления. Совокупность таких окон и соответствующих им процедур диалога образуют совокупность сценариев. Именно эти сценарии при наполнении их содержательной информацией в исполнении высококвалифицированных экспертов можно использовать как оболочку систем обучения тренажерного типа, которые будут использоваться в дальнейшем при профессиональной подготовке и переподготовке специалистов-управленцев. Примером подобных систем может служить новое применение системы АДАЗАП [4] для обучения процессу управления материально-техническим снабжением производственных процессов.

### **Литература**

1. БЕЛЯКОВ А.Г., МАНДЕЛЬ А.С. *Прогнозирование временных рядов на основе метода аналогов*. М.: ИПУ РАН, 2002. –60 с.
2. МАНДЕЛЬ А.С. *Экспертно-статистические методы обработки информации в интегрированных системах управления производством и технологическими процессами* // Проблемы управления. 2006, №6.



3. МАНДЕЛЬ А.С. *Экспертно-статистические системы в задачах управления и обработки информации: часть I* // Приборы и системы управления, 1996, №12.
4. LOTOTSKY V.A., MANDEL' A.S. *Adaptive System ADAZAP and its Application to Formation of Claims in Inventory Control* // В кн.: "Abstracts of IFAC Workshop on Estimation of Adaptive Control Strategies in Industrial Applications". Tbilisi 1989 - Moscow 1989: 1989.

## **ПОНИМАНИЕ, ОНТОЛОГИИ, СЛОЖНОСТЬ. (О ЧЕЛОВЕЧЕСКОМ ФАКТОРЕ В УПРАВЛЕНИИ)**

**Микулич Л.И.**

(Институт проблем управления РАН, Москва)

lmik@ipu.rssi.ru

Ключевые слова: понимание, сложность, онтологии, модели миров, знания, «мягкая» автоматизация.

Управление – это способность целенаправленно влиять на процессы. Такое толкование управления одинаково относится как к управлению человеческими коллективами, так и управлению техническими системами. Нас интересует вопрос, как следует подходить к созданию средств (в самом широком понимании этого слова) решения задач управления, которые непрерывно возникают перед человеком в его практической деятельности.

На протяжении многих веков, вплоть до последней четверти 20 века шел устойчивый процесс понимания человеком окружающего мира, рост его способности управлять этим миром. Добивались этого с помощью техники, которую в последнее столетие немного «приправили» наукой. Таким образом, если наука и техника открывают перед нами дорогу к познанию и управлению и если их мощь и всеобъемлющий характер развиваются все быстрее, не значит ли это, что так же должна расти и власть человека над тем, что его окружает?

Вот как на этот вопрос отвечает один из родоначальников направления, известного как "искусственный интеллект", Дональд Мики [1]: "Если бы мир, в котором мы живем, не менялся, то все было бы легко и просто. Однако широту нашего познания и наших возможностей управлять нужно оценивать дробью. В числитель такой дроби следует поставить мощь наших средств познания и управления, а в знаменатель – сложность среды, в которой они будут применяться. Главным последствием технического прогресса является то, что эта среда становится все

более искусственной, а, следовательно, – по самой природе процесса – все более сложной".

Но существует еще одна сторона процесса управления, которая связана с взаимодействием людей друг с другом и с проблемами их взаимопонимания. Жизнь показывает, что отсутствие взаимопонимания может быть следствием разных культур, воспитания, образования, жизненных установок и многих других факторов. Однако в критических ситуациях, связанных с угрозой жизни, взаимопонимание, как правило, находится, как находится оно у разных зверей, бегущих бок о бок из охваченного пожаром леса.

Более проблематично взаимопонимание между человеком и созданной им техникой и, в частности, с компьютерными системами. Здесь трудности взаимопонимания связаны с проблемой коренного отличия стратегии и принципов мышления человека от стратегии и принципов функционирования компьютера и от устоявшихся взглядов на создание компьютерных программ. И об этом, в частности, говорит Д.Мики в приведенной выше цитате.

Когда идет речь о военном применении техники (особенно о так называемом "интеллектуальном оружии"), то понимание происходящих в оружии процессов не требуется для его эффективного использования. Принцип "нажал на кнопку – и забыл" в полной мере соответствует назначению изделия, призванного разрушать.

Иное дело – мирное применение науки и техники. Чтобы ситуация не выходила из-под контроля человека, необходимо, чтобы он всегда понимал, что и для чего делает созданная им техника. (Повторюсь, что под техникой я понимаю и системы, управляемые компьютерами, и собственно программные системы, которые используются самим человеком в его практической деятельности). Существует еще и вопрос "как?", тоже немало-важный для понимания происходящего. Он особенно актуален в том случае, когда ответ на вопрос "для чего?" не соответствует жизненным установкам человека. Этот же вопрос может задаваться с познавательными целями или из любопытства.

К сожалению, при разработке новой техники и компьютерных программ предпочтение пока отдается любым иным критериям, кроме критерия *понятности* функционирования создаваемых систем ("прозрачности" систем).

В докладе будут рассмотрены вопросы взаимопонимания и понимания, базирующиеся на понятиях *онтология* и *знания*. В свою очередь, упомянутые понятия рассматриваются в рамках видоизмененной модели трех миров К.Поппера [2].

О трех мирах Поппер говорил: «Если использовать слова "мир" или "универсум" не в строгом смысле, то мы можем различить следующие три мира, или универсума: во-первых, мир физических объектов или физических состояний; во-вторых, мир состояний сознания, мыслительных (ментальных) состояний, и, возможно, диспозиций к действию; в-третьих, мир *объективного содержания мышления*, прежде всего содержания научных идей, поэтических мыслей и произведений искусства».

Основываясь на приведенной классификации миров, в докладе будет приведена несколько иная их интерпретация, необходимая для объяснения понятий *знание*, *онтология*, *понимание* и *взаимопонимание*.

В конечном итоге все эти понятия нужны будут для ответа на вопрос, как нам следует вести себя в этом мире (мире №1 по Попперу), чтобы понимать происходящее.

Вспомним про отношение познание/сложность. Пока числитель растет быстрее знаменателя, мы в выигрыше, мы понимаем мир. В противном случае рано или поздно сложность окружающего мира начнет превосходить наши возможности его понимания. Эту переломную точку промышленно развитые страны прошли в последнюю четверть 20 века: теперь все меньше людей заняты производством, но все больше — попытками уследить за тем, что же происходит.

Для эффективного управления научным процессом и интеграцией знаний необходимо, чтобы исследователи могли общаться на одном понятийном языке, что конечно не означает обязательного принятие для всех единого естественного языка.

Развитие науки и, в особенности, всеобщая информатизация общества, вовлечение в работу с техникой все большего количества простых людей (так называемых "конечных пользователей"), выдвигает проблему "мягкой" автоматизации (или информатизации). При мягкой автоматизации система уже на стадии конструирования подгоняется под человеческий склад ума.

Поэтому взаимодействие технических систем (по крайней мере, сложных) с человеком и взаимодействие коллективов (особенно если они являются мультидисциплинарными) через сети должно строиться на основе "единого склада ума". Так как изменить склад ума людей нам не дано, надо менять его у машин. Способ, каким в компьютерных программах хранится информация, т. е. способ представления решения задачи, должен быть понятен каждому конкретному человеку и описываться понятиями, уже знакомыми ему.

### **Литература**

1. *Michie D., Jonston R.* The Creative Computer. (Machine intelligence and human knowledge). N.Y.: Viking Penguin, 1984.
2. *Rootselaar B. van and Staal J. F.*(eds.). Logic, Methodology and Philosophy of Science, III. Proceedings of the Third International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science, Amsterdam 1967. Amsterdam, North-Holland, 1968, p. 333— 373.

## **МЕТОДЫ УЧЁТА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В ЗАДАЧАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СЛАБО ФОРМАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ**

**Покровская И.В., Дорофеюк А.А., Чернявский А.Л.**  
(Институт проблем управления РАН, Москва)  
ivp@ipu.ru, adorof@ipu.ru, achern@ipu.ru

Ключевые слова: человеческий фактор, принятие решений, слабоформализованные системы управления.

### **1. Человеческий фактор в слабоформализованных системах управления**

В слабоформализованных системах управления, - а такие системы составляют большинство среди организационно-административных и социально-экономических систем России, - процедуры принятия решений практически не формализованы, на них существенное влияние оказывает человеческий фактор [2]. В таких случаях ЛПР вынужден опираться на мнения специалистов, имеющих большой опыт и хорошо знакомых со всеми аспектами работы организации. Далее эти специалисты называются экспертами, а процесс получения от них информации, необходимой для принятия решения, – экспертизой.

В классических методах экспертизы мнения экспертов считаются объективными, задаются количественные или ранговые критерии оценки такой информации, а для анализа экспертных оценок используются простейшие алгоритмы статистической обработки. Для задач эффективного учёта человеческого фактора при принятии решений в слабоформализованных системах такие методы малоэффективны. Для подобных систем при подготовке решений нет готовых вариантов, а их подготовка является частью самого процесса принятия решений. Кроме того, при анализе экспертных мнений и обсуждении вариантов решения, аргументация экспертов часто бывает важнее самих мне-

ний, так как позволяет оценить степень их обоснованности. Другой важный аспект влияния человеческого фактора состоит в том, что основная часть экспертов работает в той же системе, где принимаются решения, а поэтому их мнения не могут быть беспристрастными. Эксперт-сотрудник обязательно будет учитывать (иногда на уровне подсознания) то, какие последствия будут иметь принятые решения для него лично и подразделения, в котором (или с которым) он работает. Мало, что даёт организация коллективных обсуждений в их традиционной форме (на совещаниях, советах и пр.), поскольку сотрудники из политических соображений (из-за негативной реакции начальства, из корпоративных побуждений и т.п.) обычно открыто не высказывают своё мнение по острым вопросам.

Необходимо отметить ещё один аспект влияния человеческого фактора на эффективность экспертных методов принятия решений в слабоформализованных системах. А именно, даже эксперты, имеющие сходные точки зрения, часто не могут работать в одном коллективе (экспертной комиссии) из-за специфики личных взаимоотношений (конфликтность, взаимоотношения типа "начальник-подчиненный" и т.п.). По этой причине вместо того, чтобы сталкивать между собой экспертов, со значительно отличающимися точками зрения, не имеющих возможности обсуждать спорные вопросы на равных и т.д. (что повсеместно наблюдается в настоящее время), предлагается детально проработать каждую точку зрения в коллективе (комиссии), состоящей из экспертов с приблизительно сходными точками зрения и не имеющих конфликтных взаимоотношений.

## **2. Учёт человеческого фактора в процедурах многовариантной экспертизы**

В докладе рассматриваются методы принятия решений с участием экспертов, позволяющие уменьшить отрицательное влияние человеческого фактора, а иногда – использовать его для получения дополнительной информации.

Приведено аргументированное обоснование того, что для решения подобных задач наиболее адекватным является исполь-

зование методологии коллективной многовариантной экспертизы [2].

Разработана концепция такой экспертизы, которая базируется на следующих основных принципах: экспертиза проводится в комиссиях, число которых не меньше числа различных точек зрения на проблему, вынесенную на экспертизу; в одну и ту же комиссию включаются эксперты, имеющие близкие точки зрения на эту проблему; в каждой комиссии работают эксперты, не имеющие конфликтных взаимоотношений; для коллективной экспертизы отбираются условно компетентные эксперты (то есть те, которые считаются компетентными среди экспертов из одной и той же комиссии).

Разработка алгоритмов и процедур, реализующих эту концепцию, проводилась методами классификационного анализа [1].

Важно, чтобы организация и проведение экспертизы (выявление различных точек зрения, формирование экспертных комиссий, представление позиции разработчиков при обсуждении их проектов в других комиссиях, обработка экспертных оценок, подготовка итогового отчета для ЛПР и пр.), должна проводиться специальной консалтинговой группой, приглашённой со стороны, независимой и не заинтересованной в результатах экспертизы.

Основная идея работы комиссий в рамках многовариантной экспертизы состоит в следующем. Первоначальные варианты (проекты) решения готовятся в комиссиях экспертов-единомышленников, имеющих близкие точки зрения на проблему, вынесенную на экспертизу. Затем эти проекты проходят так называемую «перекрёстную экспертизу», т.е. они обсуждаются в остальных комиссиях, эксперты которых имеют другие мнения и выступают в качестве оппонентов. Замечания оппонентов передаются разработчикам первоначальных проектов. После доработки (с учётом полученных замечаний) происходит новый этап перекрёстной экспертизы и т.д. до тех пор, пока комиссии соглашаются вносить изменения в свои проекты. В результате этой процедуры, как правило, полного согласования разных мнений не происходит. Однако каждый вариант решения получает всестороннюю и аргументированную оценку с указанием всех

его преимуществ и недостатков, что позволяет ЛПР сделать обоснованный выбор.

Такой способ организации коллективного обсуждения, во-первых, нейтрализует негативное влияние человеческого фактора – не «сталкивает лбами» людей, стоящих на принципиально разных позициях или находящихся в неприязненных личных отношениях. Во-вторых, личная заинтересованность экспертов работает здесь на пользу общего дела, - заинтересованный эксперт постарается выявить все недостатки проекта, с которым он не согласен. С другой стороны, чтобы увеличить шансы на прохождение «своего» проекта, разработчики заинтересованы найти как можно больше его преимуществ.

Особенно хорошо этот подход зарекомендовал себя при решении задач анализа и реформирования слабоформализованных организационно-экономических систем управления [3].

В докладе описаны примеры результатов применения разработанной методологии при решении задач совершенствования процедур принятия решений в подобных системах.

### **Литература**

1. БАУМАН Е.В., ДОРОФЕЮК А.А. *Классификационный анализ данных* / Труды Международной конференции по проблемам управления, том 1. – М.: СИНТЕГ. 1999. - с. 62-67.
2. ДОРОФЕЮК А.А., ЧЕРНЯВСКИЙ А.Л. *Консультативная работа по совершенствованию управления в организационных системах (методологические основы)* / Сб.: Методы и алгоритмы анализа эмпирических данных. - М.: ИПУ. 1998. - С. 44-61.
3. ДОРОФЕЮК А.А., ПОКРОВСКАЯ И.В., ЧЕРНЯВСКИЙ А.Л. *Экспертные методы анализа и совершенствования систем управления* / Автоматика и телемеханика. 2004, №10. – с. 172 – 188.

## **КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРА ВИРТУАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ДОВЕРИЯ**

**Райков А.Н.**

*(Институт проблем управления РАН, Москва)*

anraikov@gcnet.ru

Ключевые слова: пространство доверия, когнитивная структура, сетевое сообщество.

### **1. Доверие – сетевая сила**

В сетевом сообществе случайное множество почти незнакомых людей группируется для того, чтобы совместными усилиями решить проблему, ответить на заинтересовавший всех вопрос. Для согласованного принятия решения нужно *доверие* – без него не построить сходящегося к желанному результату сетевого диалога, не обеспечить синергии группового успеха.

Доверие может быть измерено быстротой согласования групповых совместных решений. На скорость принятия согласованного группового решения может влиять наличие лидера, общей проблемы или цели. При формировании новой виртуальной группы позиция лидера в ней сначала не видна, а личные проблемы и цели у всех разные. Лидирующие авторитеты в спонтанном сетевом общении формируются в процессе взаимодействия.

Доверие – убежденность в чьей-либо искренности, вера в то, что на кого-либо или что-либо можно опереться. Силы согласия покоятся много глубже поверхности словесного покрова взаимодействия людей. Слова при начальном виртуальном общении передают, от силы, десятую часть того, что один человек хочет поведать другому. При явном общении многое значат мимика и жесты, запахи и голос, эмоции и жизненная энергия. Чтобы виртуальное неявное общение достигло по доверительной насыщенности общения явного нужна доверительная атмосфера.

Знания в Сети фиксируются с помощью слов, логики и образов. Знания преумножаются немонотонно – слова искажают опыт, новый опыт может «отменить» старые знания, в жизни естественна противоречивость знаний.

Благодаря сетевым возможностям социальные объединения могут спонтанно и самопроизвольно формироваться по группам интересов для достижения конкретных целей. Формирование сетевых сообществ подчинено своим законам сетевой самоорганизации [1].

## **2. Неуверенность преодолевается взаимодействием**

Человек приобретает уверенность среди людей, если он чувствует групповое единство. Обмен сообщениями в сетевом сообществе может быть случайным и праздным, а может – целенаправленным и актуальным. Цель праздного обмена сообщениями в Сети может состоять в проявлении каждым самого себя, а актуального – в решении конкретной задачи.

Принятие групповых решений характеризуется итерационной последовательностью действий участников. Без специальной регламентации процесс принятия решения может оказаться неприемлемо долгим. Нужны специальные регламенты, чтобы процесс формирования и согласования решения оказался сходящимся – с каждой итерацией настойчиво продвигающимся ближе к цели [2].

Известные форумы в Интернет – это тематический обмен сообщениями несущими какие-то мысли. Форумы обычно не ставят задачи принять совместное решение, там важно общение участников. В свободном общении нет потребности в глубоком доверии, форумы позволяют каждому менять свое лицо.

В подавляющем большинстве обранные групповым решением команды превосходят своих лучших членов. Групповые решения более смелые и сильные, чем индивидуальные, если группа совместно разрабатывает по игровой схеме единую стратегию действий. В сетевом сообществе – это эффективный

способ отстаивания общественных интересов, построения новых институциональных структур, формирования лидера.

Вместе с тем рост планки преодолеваемой неуверенности в группах при принятии решений повышает управленческие риски из-за роста уровня самонадеянности и непогрешимости групповых решений. Принятие решений в группе может ослабить интенсивность личного мышления наименее предприимчивых, но необязательно бесталаных, участников.

## **3. Когнитивное Триединство смыслов**

Интернет – это слова, контакты и доверия. Слова способны направлять взаимодействие людей в нужном направлении. Но Слова не заменяют Духа доверия. Слово отзывается в сердце, однако, за этим не всегда следует действие.

Чаша доверия пополняется осмысленностью действий. Смысл деятельности за пределами слов – в пространстве доверия. Чтобы группу людей подвигнуть к взаимодоверию - нужен поступок, лидирующая мотивация. В оценке деятельности компаний все больше играет роль нематериальный актив, корпоративное гражданство, социальная ответственность, деловая репутация, эмоциональный потенциал [5] и др. Эти параметры трудно оценить количественно. Их природа зачастую - когнитивная. Истоки этих параметров лежат в Вере и Доверии.

В разных вероисповеданиях духовные символы Веры структурированы по-своему. Так, Афанасьевский символ веры состоит в том, что «мы поклоняемся единому Богу в Триединстве». Кредо буддизма формулируется в виде так называемых «четырех возвышенных истин». Кредо мусульманской веры выделяет три причины знания: здоровье чувства, правдивое сообщение и разум.

Для научной оценки устойчивости поведения организационных систем предлагается выделять три параметра: порядок, хаос и информационный обмен с внешним окружением [3].

В сетевом пространстве доверие к группе людей растет, если в ее поведении наблюдается смысл деятельности. Смысл

раскрывается в духовном, душевном и физическом. Смыслы деятельности виртуальных групп людей предлагается: выделять *миссией*, отличать *порядком* и характеризовать командным *духом*.

*Миссия* охватывает внешнее и внутреннее как целое. Миссия – признак лидерской позиции, символ синергии удовлетворенности всех людей, входящих в группу и внешне связанных с ее деятельностью.

*Порядок* – это то, что определенно и когнитивно структурируемо. Он аналитически связан с менеджментом. Он соразмеряет интеллектуальный капитал, отчуждаемые знания, формирует техники маркетинга и бенч-маркинга, регламентирует процессы, выпускает инструкции, делает прогнозы, оценивает трудозатраты и балансовую стоимость, строит цели.

*Дух* команды в сетевом сообществе – это то, что плохо даже когнитивно структурируемо, существует много глубже слов, мыслей и чувств. Дух выражается в эмоциях, культуре, судьбе, кредо, субъективном, романтике, воле и Вере. Дух скрыт, латентен – в сетевой среде его можно оценить только специальными приемами [4].

Командная Миссия, Порядок и Дух находятся в Триединстве и определяют Смысл деятельности людей. Коллективы с самым высоким *рейтингом Смысла деятельности* могут рассчитывать на безвозмездную помощь, на инвестиции. Оценка значимости компонентов Триединства в виртуальном пространстве доверия может осуществляться в игровом режиме самим сетевым сообществом.

## Литература

1. БУГАЕВ А.С., ЛОГИНОВ Е.Л., РАЙКОВ А.Н., САРАЕВ В.Н. *Латентный синтез решений* // Экономические стратегии. – 2007. № 1, - С. 52 - 60.
2. РАЙКОВ А.Н. *К основам устойчивости и целенаправленности функционирования систем поддержки решений*. Часть 2. Целенаправленность/ НТИ. Сер. 1 - 1998 - N 9. - С. 1 - 8.
3. РАЙКОВ А.Н. *Метафизика мечты* // Экономические стратегии. – 2006. № 3 (С. 16-23) и № 4 (С. 22 - 25).
4. РАЙКОВ А.Н. *Когнитивные аспекты «электронного либерализма»*. Труды 4-й Международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций (CASC'2004)» в 2-х томах. Том 2 / Под ред. В.И.Максимова. – М.: ИПУ РАН, 2004. – С. 56 – 66.
5. COOPER R.K., SAWAF A. *Executive EQ. Emotional Intelligence in Business*. - London, NY: Texere. 2000. – 358 p.

# КОГНИТИВНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОЛИОНТОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Реут Д.В.

(НИИ общественного здоровья и управления здравоохранением  
ММА им. И.М. Сеченова)

dm\_reout@mail.ru

Ключевые слова: здравоохранение, общественное здоровье, прокреация, демография, кооперативная деятельность, онтология, практика, исследование, картина мира, полионтологичность.

## Введение

«Говоря о сути человеческого бытия, философия указывает, что специфическим человеческим способом существования в мире является деятельность вообще, интегральная деятельность, жизнедеятельность в самом глубоком смысле этого слова» [5]. Определим место когнитивной компоненты в ее составе сегодня.

## 1. Демографическая ситуация - «горящая» проблема

В начале 1990-х гг. кривая смертности в России пересекла кривую рождаемости. Сегодня мы теряем до миллиона жизней в год [7]. Но проблема - гораздо шире: титульные нации всей Европы динамично и неуклонно замещаются принадлежащими традиционным культурам соседями. Так называемый «демографический переход» [2] (резкая смена гиперболического закона роста населения на простое и даже на «неполное» воспроизводство) характерен для всех без исключения развитых стран, включая США, Израиль, Японию. *Не только в российской, но и во всей современной европейской (в широком смысле) культуре не актуализированы средства обеспечения прокреационной*

*состоятельности.* Термин «прокреационный» появился в медицинско-философском дискурсе, по-видимому, в работе [4]. Здесь мы будем понимать его в расширительном значении – не просто жизнеспособный, но - предшествующий и способствующий воспроизводству жизни.

Иммиграционная политика Запада, призванная частично решить проблему, небезобидна: пришельцы часто не склонны к ассимиляции. Достаточно вспомнить историю Югославии.

Статистика свидетельствует о запаздывании «демографического перехода» стран традиционной культуры, вполне достаточного для исчезновения с лица земли народов Европы.

По прогнозу иорданского социолога Файада Хусейна [3] к 2025 г. численность мусульман в мире составит 30% против 26% народов христианской культуры (в 2000 г. было 19,2% против 29,9%). По результатам российской переписи населения 2002 г. среднее число рождений у русских женщин составляло 1,446. Наиболее высокий показатель зафиксирован у одной из народностей Кавказа – 3,038 [7].

Прокреационный барьер оказался *фундаментальным ограничением*, в которое уперлась стрела прогресса европейской цивилизации. Демографическая проблема сегодня - вопрос жизни и смерти стран европейской культуры (начиная с России) в обозримой исторической перспективе.

## 2. Структура деятельности

Как показано выше, иногда у индивидуального или коллективного субъекта возникает осознание стихийно складывающейся ситуации (массовой практики) как угрожающей. Это заставляет анализировать свой способ существования и его основания с целью модернизации или даже реконфигурации.

Для анализа и, возможно, последующего синтеза деятельности «континуум» может быть расчленен на различные между собой деятельностные организованности (виды деятельности), в том числе, образующие антонимические пары: *когнитивная* – проектная, креативная – нормативная, управляемая – управляющая, интегрирующая – дифференцирующая и



т.п. В образе жизни индивидуального субъекта и, аналогично, в образе бытия субъекта коллективного упомянутые виды деятельности играют роль «нот», составляющих «многоголосую мелодию» индивидуального образа жизни и всего коллективного бытия. В ней перемежаются или контрапунктируют *когнитивный* и проектный, креативный и нормативный виды деятельности, к тому же конкурирующие за «дирижерскую» позицию в деятельностном «ансамбле». На повестке дня – придумывание и исполнение, реализация «мелодии» коллективного бытия стран европейского сообщества, парирующей демографический вызов.

### 3. Онтологический контекст

Любая практическая или теоретическая деятельность зависит от картины мира (онтологии), в которой она осуществляется. Сегодня различают классическую, неклассическую и постнеклассическую картины мира и, соответственно, – теорию и практику [6]. В первом типе практики внимание ученого и деятеля сосредоточено на объекте, якобы непосредственно противостоящем этому субъекту *когнитивной* и проектной деятельности. Во втором – как на объекте, так и на средствах взаимодействия с ним. Свойства объекта фундаментальным образом зависят от обоих. В третьем, становящемся сегодня типе деятельности, - внимание рассредоточено по всем трем компонентам взаимозависимой связки субъект-средства-объект.

В силу исторических причин наиболее распространены классические практики. Однако сегодня начинает ощущаться их дефицитность, выражающаяся, например, в требованиях учета в науке и обслуживаемой ею практике «человеческих факторов» [1]. Ситуация осложняется тем, что кооперативные практики могут включать составляющие, принадлежащие различным картинам мира, т.е. быть полионтологическими. Она воспринимается исследователями как «слабо структурированная».

### 4. Резюме, или эскиз исследовательской программы

В рамках поисков решения демографической проблемы предлагается построить *когнитивную* модель европейской политологической системы общественного здравоохранения, нацеленной на расширенную или хотя бы простую прокреацию.

#### Литература

1. АБРАМОВА Н.А. *Человеческие факторы в когнитивном подходе*. 6-ая Межд. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций». Тр. конф. – М.: ИПУ РАН, 2006 – С. 8 – 28.
2. КАПИЦА С.П. *Информационное развитие общества, демографическая революция и будущее человечества*. - М.: Никитский клуб – Римский клуб, 2006. - 24 с.
3. ЛАТУХИНА К. *Будет ли «Аль-Каида» править миром*. Все ясно (<http://vy.sf-online.ru>). 2005, № 36. - С. 26 - 28.
4. РОМАНОВ Л.Е., РЕУТ Д.В., ВАСИНА О.И. и др. *Общественный центр "Жизниград" как форма институционализации проектного отношения к здоровью и субъект новой прокреационной политики* / Тр. всеросс. конф. "Здоровье как проблема гуманитарного знания" // Ин-т человека РАН - М., 2003 - С. 226 - 234.
5. САРАНСКОВ В.Е., ГРУЗИНА Е.С. *Качество жизни: к вопросу о сущности и содержании понятия* // Сборник научных статей ко II Международному форуму «Качество жизни: содружество науки, власти, бизнеса и общества» / Фонд «Социальная инициатива». Ч. II – М.: Муниципальный мир, 2005. - С. 130 - 142.
6. СТЕПИН В.С. *Теоретическое знание*. М.: «Прогресс – Традиция», 2003. - 744 с.
7. ЯКУНИН В.И., СУЛАКШИН С.С., БАГДАСАРЯН В.Э. и др. *Государственная политика вывода России из демографического кризиса* / Монография. Под общ. ред. Сулакшина С.С.. – М.: Экономика, научный эксперт, 2007 – 896 с.

# ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРАЛЛАКС КАК БАЗОВЫЙ АСПЕКТ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА

Реут Д.В.

(МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва)

dm\_reout@mail.ru

Ключевые слова: человеческий фактор, кооперативная деятельность, практика, онтология, параллакс, картина мира, разрывы деятельности, поли-онтологичность.

## **Введение: деятельностьный контекст**

Способом существования человечества является *деятельность как динамическая система планетарного масштаба*. Но может ли продвинуть нас этот постулат в работе с человеческим фактором? Ведь в европейской науке обычно существует разрыв между «макро-» и «микро-» дисциплинами (например, макро-экономикой и микроэкономикой). Поэтому существенно, что между ноосферными представлениями (Тейяр де Шарден – В.И. Вернадский) и практической концепцией множественности стратегических субъектов [2], действующих на геополитическом, экономическом и т.п. плацдарме возможен «мост», прокладываемый принципом субъектно-парциального дуализма [3]. Последний состоит в том, что управляемые и управляющие (или кооперирующиеся) субъекты одновременно могут быть трактованы и как элементы (парциальные подсистемы, т.е. уровни или фрагменты уровней) единой иерархической, полиархической или существующей на иных основаниях целостной тотальной системы, представляющей некоторое сообщество или общество в целом.

На уровне индивидуальных и коллективных субъектов деятельность реализуется и воспринимается как совокупность индивидуальных и коллективных практик, пребывающих между собой в отношениях кооперации и конкуренции. Для каждой конкретной деятельностьной подсистемы (единицы деятельности)

их тотальная совокупность служит внешним окружением, из чего проистекает, в частности, идея деятельностьной экологии.

Эффективность деятельностьных подсистем зависит от степени согласованности участников (индивидуальных и коллективных деятелей). Индивидуальный деятель потенциально равномошен миру (тотальной совокупности деятельностьных единиц), поскольку не ограничен в умственном и организационном развитии. При агрегировании индивидуальных деятелей в коллективы организационная мощность растет, но креативная – снижается, поскольку пребывание в коллективе накладывает ограничения. Непредсказуемость человеческой «единицы» – человеческий фактор – вносит в кооперативную и конкурентную деятельность принципиальную неопределенность, все более тревожащую идеологов коллективной субъектности.

## **Базис пространства современности**

Вступая в деятельность, человек отвечает в первую очередь себе на вопрос: - каков окружающий мир? Ответ предшествует включению в коллектив, поэтому он неартикулированно строится в субъективно формируемом базисе. Последний содержит значимые по индивидуальному опыту «орты», например:

1. Субъект-объектные отношения (классическая, неклассическая, постнеклассическая онтологии).
2. Тип будущего (идентично прошлому, экстраполируемо на основе изучения прошлого, непредсказуемо, но узнаваемо или, наконец, непредсказуемо и неузнаваемо).
3. Способы соорганизации субъектов деятельности (иерархии, полиархии, матричные структуры, сети).

Смена онтологий не происходит в социуме организованно – подобно переходу на летнее и зимнее время. Различные субъекты мышления и деятельности могут жить и, по собственным критериям, достаточно эффективно функционировать в произвольных точках (назовем их *A* и *B*) своих субъективно сформированных пространств возможных онтологий.

### **Онтологические дистанция и параллакс**

Допустим, что структуры онтологических пространств субъектов совпадают. Обобщенное расстояние между точками *A* и *B* их позиционирования в пространстве онтологий назовем *онтологической дистанцией*. Ее наличие является причиной *онтологического параллакса* - несоответствия ожиданий субъекта с представлениями подчиненного, руководителя, партнера, конкурента в окружающей социальной реальности. Онтологический параллакс проявляется при прямом или опосредованном взаимодействии субъектов *A* и *B*, например, при использовании одним из них мыслительного или/и деятельностного инструментария, наработанного другим.

### **Возможные последствия**

В Европе давно наблюдается интерес к памятникам традиционных культур, например, к китайской «Книге перемен». Насколько продуктивно может быть заимствование архаического опыта «просвещенными» культурами? Ведь древнекитайские представления о мире выстроены в циклическом времени (будущее идентично прошлому), а мы живем в «стреловидном» временном потоке.

Степень применимости китайских стратегий в сегодняшнем мире зависит и от масштабов конкретной единицы деятельности. Из школьной географии мы помним, что небольшой участок глобуса с достаточной для практики точностью представим плоской картой. При увеличении размера картируемых участков искажения растут. В темпоральном аспекте границу применимости онтологических представлений маркирует длительность человеческой жизни. В масштабах индивидуальной жизни деятельность в циклических временных представлениях может оказаться вполне эффективной (в тех же «маломасштабных» критериях). Пример – ведение сельского хозяйства. Но начиная с некоторого масштаба коллективной деятельности это несоответствие может приводить к появлению в ней разрывов.

На больших временных интервалах встает, прежде всего, вопрос о способности коллективного субъекта длить свое существование за пределами отдельной человеческой жизни. И вот здесь выявляется различие между коллективными субъектами, принадлежащими традиционным культурам «циклического» времени и принадлежащими «просвещенной» европейской культуре «стреловидного» времени. Демографическая статистика [1] показывает, что последние не обладают прокреационной состоятельностью [4]. У народов традиционных культур в запасе – вечность.

На практике встречается и онтологическая эклектика: частью мышление и деятельность коллективных субъектов опираются на представления о «циклическом» времени, частью – на представлениях о времени «стреловидном». При этом устойчивое развитие европейской европейского сообщества может оказаться под угрозой.

### **Литература**

1. БАШЛАЧЕВ В.А. *Демография: Русский прорыв*. М.: Белые альвы. 2004, 160 с.
2. ЛЕПСКИЙ В.Е. *Проблемы субъектов российского развития // Рефлексивные процессы и управление – 2006*. Т. 6, № 2. - С. 5 – 20.
3. РЕУТ Д.В. *Принцип субъектно-парциального дуализма в постнеклассической теории управления // На пути к постнеклассическим концепциям управления - ИФ РАН. - М.: «Когито-Центр», 2005. – С. 212 – 225.*
4. РЕУТ Д.В. *Когнитивная составляющая полионтологической деятельности на примере общественного здравоохранения*. (см. наст. сборник).

## СЦЕНАРНЫЕ ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ РИСКА ВЗЯТОК

**Соложенцев Е.Д.**

*(Институт проблем машиноведения РАН,*

*г. Санкт-Петербург)*

risk@sapr.ipme.ru

Ключевые слова: эконометрика, моделирование и анализ риска в сложных системах.

Введение в базу статистических данных (БД) групп несовместных событий (ГНС) или конечных множеств позволяет получить систему логических уравнений или базу знаний (БЗ), использовать логико-вероятностное (ЛВ) исчисление, решать задачи риска, эффективности и управления.

Рассматриваются следующие ЛВ-модели риска взяток:

1. Учреждений по параметрам их функционирования,
2. Чиновников по параметрам их поведения,
3. Учреждений и чиновников по параметрам обслуживания,
4. В комплексе на основе логического сложения 1, 2, 3.

ЛВ-модели риска взяток предназначены для:

- департаментов «Экономических преступлений» городов;
- служб внутреннего контроля и безопасности банков, компаний и учреждений;
- разработки нормативов и стандартов на параметры обслуживания клиентов.

Проблема взяток и коррупции актуальна для многих стран. О неблагоприятном состоянии дел с взятками и коррупцией в России нас информируют на [www.vzyatka.ru](http://www.vzyatka.ru) большое число статей и заметок. Публикации по коррупции и взяткам, социальной статистике имеют содержательные описания, подробные анализы, большое число примеров, пояснений законов и уголовного кодекса, но не содержат математических моделей взяток.

Для решения социальных и организационных задач (включая проблемы выявления и анализа мошенничеств, взяток и коррупции) нужен, по мнению Джона фон Неймана и Норберта Винера, математический аппарат на основе логики, дискретной математики и комбинаторики, более пригодный, чем дифференциальные уравнения.

Такой адекватный математический аппарат разрабатывается и называется «Логико-вероятностная теория риска с группами несовместных событий». Он апробирован для оценки и анализа: кредитных рисков, риска портфеля ценных бумаг, риска потери эффективности, риска неуспеха менеджмента компаний. ЛВ-модели риска обладают высоким качеством. Например, ЛВ-модели кредитного риска показали в два раза большую точность и в семь раз большую робастность, а также абсолютную прозрачность в распознавании плохих и хороших кредитов, чем известные методики.

Для количественной оценки и анализа риска взяток используется ЛВ-теория риска неуспеха с группами несовместных событий (ГНС) [1] и строятся ЛВ-модели риска взяток на основе статистических данных. Изложены вопросы описания и построения моделей взяток, оценки и анализа вероятности взяток, и почти не рассматриваются социальные, юридические и организационные проблемы взяток. По величине вероятности взятки принимается решение об уголовном расследовании.

Табличная база данных содержит статистическую информацию. В таблице количество столбцов может достигать нескольких десятков, а количество строк нескольких сотен. Значения параметров в БД являются целыми или дробными и рассматриваются как фактические статистические данные.

В ячейках таблицы – значения параметров (количественные или качественные), характеризующих объект или состояние объекта. Последний столбец таблицы – параметр эффективности объекта или состояния объекта.

Мы изменили исходное представление статистических данных, заменив значения параметров на их градации (нумерованные интервалы). Может быть большое число объектов  $N$  (до

1000 и более), событий-параметров  $n$  (до 20 и более), событий-градаций в каждом событии-параметре (от 2 до 40). В модифицированной табличной БД для каждого параметра введены конечные множества градаций.

Событиям-признакам (инициирующим событиям) соответствуют логические переменные, которые могут быть зависимыми, но не изначально, а только потому, что они содержатся в определенной логической формуле, которая и определяет зависимость между ними. События-градации для каждой ГНС являются зависимыми. Они образуют для каждого параметра ГНС.

Взятка описывается признаками  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  и их градациями  $Z_{jr}, j=1, 2, \dots, n; r=1, 2, \dots, N_j$ , которые являются случайными величинами и рассматриваются как логические переменные и случайные события-признаки и события-градации, имеющие вероятности. События-признаки связаны логическими связями *OR*, *AND*, *NOT* и могут иметь циклы. События-градации для признака составляют ГНС.

Л-функция риска взятки в общем виде

$$(1) \quad Y = Y(Z_1, Z_2, \dots, Z_n).$$

В-функция риска взятки в общем виде

$$(2) \quad P_i\{Y = 1 | Z(i)\} = P(P_1, \dots, P_j, \dots, P_n), i = 1, 2, \dots, N.$$

Для каждого события-градации в ГНС рассматриваются три вероятности:  $P_{2jr}$  – относительная частота в статистике;  $P_{1jr}$  – вероятность в ГНС;  $P_{jr}$  – вероятность, подставляемая в (2) вместо вероятности  $P_j$ . Определим эти вероятности для  $j$ -ой ГНС:

$$(3) \quad P_{2jr} = P\{Z_{jr} = 1\}; \sum_{r=1}^{N_j} P_{2jr} = 1; r = 1, 2, \dots, N_j;$$

$$(4) \quad P_{1jr} = P\{Z_{jr} = 1 | Z_j = 1\}; \sum_{r=1}^{N_j} P_{1jr} = 1; r = 1, 2, \dots, N_j;$$

$$(5) \quad P_{jr} = P\{Z_j = 1 | Z_{jr} = 1\}; r = 1, 2, \dots, N_j, j = 1, 2, \dots, n.,$$

где  $n$  – число признаков;  $N_j$  – число градаций в  $j$ -признаке, вертикальная черточка ( | ) читается при условии. Вероят-

ности  $P_{jr}, P_{1jr}, P_{2jr}$  связаны модифицированной формулой Байеса для случая ограниченного количества данных.

Задачи идентификации ЛВ-моделей риска взяток по статистическим данным, оценки и анализа вероятностей взяток на основе ЛВ-теории риска с ГНС имеют исключительно высокую вычислительную сложность и могут решаться только с использованием компьютеров и специальных.

Задача идентификации ЛВ-модели по статистике является обратной оптимизационной задачей. Для ее решения предложены алгоритмические итеративные методы на основе метода Монте-Карло и метода градиентов.

Алгоритмические итеративные методы гарантируют возможность получения решения задач риска независимо от:

- числа объектов  $N$  (или состояний одного объекта) в статистических данных,
- числа параметров  $n$ , описывающих объект (состояние);
- числа градаций  $N_j$  в каждом параметре,
- сложности логической функции риска  $Y=f(Z)$ .

В работе [1] приведены все названные выше ЛВ-модели риска и примеры расчетного моделирования и анализа риска взяток.

### Литература

1. СОЛОЖЕНЦЕВ Е.Д. *Сценарное логико-вероятностное управление риском в бизнесе и технике*. 2-е изд. СПб.: Бизнес-пресса, 2006.

**Секция 2.**  
**ФОРМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ**  
**В СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СИТУАЦИЯХ**

**ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ**  
**ЭКСПЕРИМЕНТА НА КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЯХ**

**Верба В.А., Буянов Б.Я.**  
(МГГУ, Москва)  
verba@list.ru

Ключевые слова: когнитивные модели, планирование эксперимента, социально-экономические системы.

Когнитивное моделирование сложных систем и возможных процессов их развития связано с необходимостью проведения вычислительных экспериментов, количество которых может быть очень большим. Кроме того, проведение импульсного моделирования и последующий анализ возможного развития ситуаций требуют предварительного принятия решений о количестве и характере возмущающих воздействий, вносимых в вершины когнитивной модели. Все это делает необходимым планирование вычислительного эксперимента, минимизирующего число опытов без потерь в точности выводов. Поэтому в исследованиях когнитивных моделей сложных систем, таких как социально-экономические, было предложено использовать идеи и методы планирования эксперимента, интенсивно развивавшегося в середине XX века. В качестве основополагающих были приняты работы Налимова В.В., в том числе [1].

В докладе рассмотрена одна из проблем, связанных с планированием экспериментов не на реальных объектах (что практически не выполнимо для социально-экономических объектов), а на их когнитивных моделях, а именно, проблема планирования в условиях неоднородностей [2] и принятия решений по определению и отсечению недопустимых областей в пространстве параметров. Поясним идею, положенную в основу правил планирования эксперимента и принятия решений на когнитивной мо-

дели. Пусть имеется когнитивная карта, имеющая  $n$  вершин  $V$ , соединенных множеством дуг  $E$

$$(1) \quad G = \langle V, E \rangle, \quad V = \{v_i\} i=1, 2, \dots, n; \quad E = \{e_{ij}\}$$

Пусть, в результате экспертного анализа было отобрано  $m$  вершин, в которые должны быть внесены возмущающие воздействия, последствие которых можно проследить по графикам импульсных процессов:

$$(2) \quad x_{v_i}(n+1) = x_{v_i}(n) + \sum_{v_j, e_{ij} \in E}^{k-1} f(x_i, x_j, e_{ij}) P_j(n) + Q(n+1)$$

где  $x_{v_i}(n)$ ,  $x_{v_i}(n+1)$  – величина параметра в  $i$ -вершине в предыдущий  $n$  и в последующий  $n+1$  моменты времени,  $f$  – функция преобразования дуг,  $P_j$  – импульсы в смежных с  $v_i$  вершинах  $v_j$ ,  $Q(n+1)$  – вектор возмущений в вершины  $v_i$ .

Необходимо определить количество опытов для  $i=1, 2, \dots, m$  вершин при внесении импульсов  $q_i \in Q$ , возможные их сочетания, имитирующие внешние возмущающие и управляющие воздействия, а также моменты внесения возмущений.

Для проведения вычислительного эксперимента на модели была использована программная система когнитивного моделирования ПС КМ [3] и ряд когнитивных моделей, разработанных авторами [2,3]. После анализа и обобщения результатов исследований по применению разных планов эксперимента были выбраны правила перехода от одной серии экспериментов к другой в целях быстрее продвижения к желаемому результату – лучшему сценарию развития системы.

В начале исследования проводится разведочный эксперимент на границах допустимой области параметров  $Q$ , задаваемой экспертами. Если анализируемых переменных  $q_i$  не много (не более 3-5), то проводится полный факторный эксперимент на двух уровнях. При большом числе анализируемых возмущений применяются определенные дробные реплики от полного факторного эксперимента. На этом этапе постулируется, что выполняются все необходимые требования полного и дробного факторного эксперимента.

Результаты этого эксперимента дают возможность в первом приближении отсеять явно опасные и неперспективные сценарии развития. Критерием отсека является выход значений  $x_{vi}$  за допустимые границы (например, индикаторы социально-экономических процессов).

Далее проводится уточняющий эксперимент (если возможно – то планируется экстремальный эксперимент по поиску оптимальных сочетаний факторов  $q_i$ ). Движение внутри изначально заданного пространства параметров  $Q$  организуется в режиме совета с экспертом и является сочетанием алгоритмов случайного и регулярного поиска. Правила выбора лучшего сценария основываются на критерии максимизации математического ожидания полезности.

Таблица 1 является примером конечного процесса планирования (уточняющего эксперимента) при исследовании когнитивной карты «Общество» (целевая вершина –  $V_4$  – уровень жизни) из [2], представленной рисунком 1.

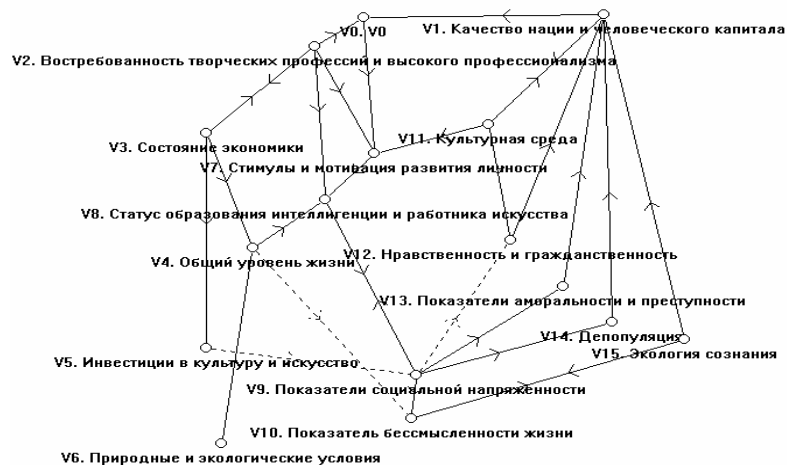


Рис.1. Когнитивная карта «Общество»

Анализ данных таблицы 1 показал, что практическая реализация сценария №15 могла бы обеспечить наилучший результат. Сценарий №12 достаточно быстро приводит к резкому снижению уровня жизни и является крайне нежелательным. Сценарий №23 отражает попытки поднять уровень жизни при отрицательных  $q_1$  и  $q_2$  за

счет инвестиций и статуса образования. Только при  $q_5=+2$  и  $q_8=+5$  процессы начинают улучшаться, хотя достаточно медленно.

Таблица 1. Фрагмент плана эксперимента по выбору допустимого сценария развития «Общество»

Сценарии	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_5$	$q_7$	$q_8$
	Концепты					
	Качество нации и человеческого капитала	Востребованность высокого профессионализма	Состояние экономики	Инвестиции в образование, культуру и искусство	Стимулы развития личности	Статус образования
Импульсы на 1-м такте моделирования						
№15			+1	+1	+1	
№12	+1	-1		-1		+1
Разные такты моделирования						
№23	-1	-1		+2 (6 такт)		+5 (9 такт)

### Литература

1. ВЕРБА В.А. Моделирование на графах и выбор сценариев безопасного и устойчивого развития социально-экономических систем по критерию максимизации математического ожидания полезности // Труды XIV Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем». – М.: Изд.центр РГГУ, 2006. – С.370-374.
2. ГОРЕЛОВА Г.В., ДЖАРИМОВ Н.Х. Региональная система образования. Методология комплексных исследований. – Краснодар: Изд. КГУКИ 2002. -360 с.
3. ГОРЕЛОВА Г.В., ЗАХАРОВА Е.Н., РАДЧЕНКО С.Н. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. – Ростов н/Дону: Изд-во РГУ, 2006.- 332 с.
4. НАЛИМОВ В.В., ЧЕРНОВА Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М.: Наука, 1965. – 450 с.

# ИСЧИСЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ

**Выхованец В.С.**

(Институт проблем управления РАН, Москва)

valery@vykhovanets.ru

Ключевые слова: когнитивное моделирование, формальные теории, понятийная структура, исчисление понятий.

## **Введение**

Одним из значимых признаков когнитивного подхода к моделированию сложных ситуаций является учет специфики мышления на этапе формализации знаний. При этом актуальным видится использование некоторой достаточно общей формальной теории, позволяющей в естественной и полной форме выразить субъективное видение ситуации с учетом когнитивных (познавательных) целей субъекта.

В качестве минимального фрагмента области интерпретации любой формальной теории используется область логической интерпретации. Понятие логической истины достаточно определенно сформулировал Лейбниц [1]. Он назвал формулу логически истинной, если она истинна во всех «мирах», т.е. во всех интерпретациях. Уточнение понятия истины с помощью средств логической семантики осуществлено А. Тарским [2]. Им показано, что термин «истинно» выражает только свойство нашего знания, в частности, свойство высказываний, а не объективной действительности. Следовательно, инвариантность истины в различных областях интерпретации проистекает не из свойств этих областей, а из свойств нашего мышления. После такого уточнения правомерным становится вопрос: существуют ли другие такие семантические инварианты? Единственная известная и синтаксически полная формальная теория – исчисление предикатов первого порядка – акцентирует свое внимание на правилах выражения суждений и построения на их основе умо-

заклучений [3]. Однако, столь же общими для всех областей интерпретации видятся не только правила вывода, сохраняющие истинность, но и правила образования и выражения понятий.

В настоящей работе на основе формализации процесса абстрагирования строится исчисление понятий, претендующее, как и исчисление предикатов, на семантическую инвариантность во всех «мыслимых мирах».

## **1. Сущности, признаки, понятия**

*Проблемную область* будем рассматривать как совокупность предметной области и решаемых в ней задач (проблем), где под *предметной областью* понимается фрагмент реальной (мыслимой) действительности, представляемый некоторой совокупностью принадлежащих ему сущностей.

*Сущность*, как уникальное представление относительно предметной области, воспринимается некоторой совокупностью своих отличительных признаков. *Признак* характеризуется множеством проявлений (значений) и имеет некоторую проблемную интерпретацию (семантическую роль).

*Понятие* представим не пустым множеством сущностей, объединенных по общности своих признаков. *Имя* понятия есть его знаковое выражение. *Схему* понятия ( $shm$ ) зададим набором признаков, характерных для этого понятия. *Интенционал* ( $int$ ) будем рассматривать как наборы значений взаимосвязанных признаков, позволяющие выделять сущности, принадлежащие понятию и составляющие его *экстенционал* ( $ext$ ).

Понятие обладает *фрактальностью*: для его определения используются сущности (единичные понятия) и признаки (простые понятия), причем разделение понятий на сущности и признаки задается активной проблематикой.

## **2. Образование понятий**

Понятия  $N_j$ ,  $j = \overline{0, m-1}$ , использованные для образования нового понятия  $N_G$  ( $N_T, N_A, N_C$ ) путем *обобщения* (типиза-



ции, ассоциации, агрегации), будем называть обобщаемыми (типизируемыми, ассоциируемыми, агрегируемыми). При этом

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{shm } N_G = \prod_{j=0}^{m-1} \text{shm } N_j; \\ \text{int } N_G \supseteq \bigcup_{j=0}^{m-1} \text{int } N_j; \\ \text{ext } N_G \supseteq \bigcup_{j=0}^{m-1} \text{ext } N_j, \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{shm } N_T = \prod_{j=0}^{m-1} \text{shm } N_j; \\ \text{int } N_T = \bigcup_{j=0}^{m-1} \text{int } N_j; \\ \text{ext } N_T = \bigcup_{j=0}^{m-1} \text{ext } N_j; \\ \text{key } N_T \subseteq \text{shm } N_T, \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{shm } N_A = \prod_{j=0}^{m-1} \text{shm } N_j, \\ \text{int } N_A \subseteq \times_{j=0}^{m-1} \text{int } N_j; \\ \text{ext } N_A \subseteq \times_{j=0}^{m-1} \text{ext } N_j; \\ \text{lnk } N_A \subseteq \text{shm } N_A, \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{shm } N_C = \prod_{j=0}^{m-1} \text{shm } N_j; \\ \text{int } N_C = \times_{j=0}^{m-1} \text{int } N_j; \\ \text{ext } N_C = \times_{j=0}^{m-1} \text{ext } N_j. \end{array} \right.$$

где  $\prod$  ( $\prod$ ) – пересечение (объединение), выполняемое с повторением элементов,  $\supseteq$  – включение,  $\bigcup$  ( $\times$ ) – объединение (декартово произведение),  $\text{key } N_T$  – подсхема, задающая ключ,  $\text{lnk } N_A$  – подсхема, задающая ассоциативную связь.

Заметим, что типизация (агрегация) являются частным или вырожденным случаем обобщения (ассоциации).

### 3. Понятийная структура

Понятийной структурой  $S = \langle N, G, T, A, C \rangle$  называется конечное множество понятий  $N$ , на которых заданы четыре конечные множества отображений: обобщения  $G$ , типизации  $T$ , ассоциации  $A$  и агрегации  $C$ .

Схема понятия получается из понятийной структуры по рекуррентной процедуре:

- схема простого понятия  $N$  равна  $(N)$ ;
- схема понятия-обобщения равна пересечению схем обобщаемых понятий;

– схема понятия-ассоциации равна объединению схем ассоциируемых понятий;

– схема понятия, полученного в результате обобщения и ассоциации, равна объединению схем ассоциируемых понятий, принадлежащая пересечению схем обобщаемых понятий.

### 4. Формализм

Алфавит исчисления включает следующие знаки: понятий  $N, N_1, N_2, \dots$ ; отсутствия определения понятия  $\neg$ , операций размеченного объединения и пересечения ( $\prod, \prod$ ), строгого и нестрогого включения ( $\supset, \supseteq$ ), круглых скобок  $(, )$ .

Исчисления понятий строится на основе теории множеств с дополнительной аксиомой существования пустого понятия:

$$\frac{() ()}{()},$$

где использована следующая нотация: в числителе задается имя понятия и способы его образования (слева – список обобщения, справа – список ассоциации), а в знаменателе – схема понятия.

Для порождения формул исчисления будем использовать следующие четыре правила вывода:

$$\frac{() ()}{()} \xrightarrow{\neg N} \frac{() N ()}{(N)};$$

$$\frac{(\dots) N_1 (\dots) \dots (\dots) N_m (\dots)}{\text{shm } N_1 \dots \text{shm } N_m} \xrightarrow{\neg N} \frac{(N_1 \dots N_m) N ()}{\prod_{i=1}^m \text{shm } N_i \supset \{ \}};$$

$$\frac{(\dots) N_1 (\dots) \dots (\dots) N_m (\dots)}{\text{shm } N_1 \dots \text{shm } N_m} \xrightarrow{\neg N} \frac{() N (N_1 \dots N_m)}{\prod_{i=1}^m \text{shm } N_i \supset \{ \}};$$

$$\frac{(\dots) N_1 (\dots) \dots (\dots) N_m (\dots)}{\text{shm } N_1 \dots \text{shm } N_m} \xrightarrow{\neg N} \frac{(N_1 \dots N_t) N (N_{t+1} \dots N_m)}{\prod_{i=1}^t \text{shm } N_i \supset \prod_{j=t+1}^m \text{shm } N_j};$$

где в левой части правил (до знака вывода  $\mapsto$ ) задаются посылки, а в правой части – заключение; над и под знаком вывода указаны условия применения правил.

### **Заключение**

В отличие от таких формализмов как концептуальный анализ (Никаноров, 1972), семантическая сеть (Коллинз и Квилян, 1969; Цейтин, 1985), исчисление предикатов (Кольмероз, 1975), теория концептуальной зависимости (Шенк и Ригер, 1974), концептуальное моделирование (Плесневич, 2004), формальный анализ понятий (Вилли и Гантер, 1999), концептуальные графы (Сова, 1984), категорный подход (Бениаминов, 2003), EER-модель (Чен, 1976; Броди и Мулополос, 1984) исчисление понятий строится на четырех видах отображений понятий, соответствующих четырем универсальным формам абстрагирования. Благодаря этому отличиями предлагаемого формализма от перечисленных подходов является: отсутствие разделения терминов на понятия, связи, сущности и признаки; явное выражение типизации понятий; представление ассоциаций как самостоятельного понятия; определение понятий, которые одновременно могут быть как обобщением, так и ассоциацией других понятий; семантическая прозрачность описания, не требующая для своей интерпретации привлечения предметных знаний.

### **Литература**

1. ЛЕЙБНИЦ Г.В. *Сочинения*: В 4-х т. Т. 3. М.: Мысль, 1984.
2. ТАРСКИЙ А. *Введение в логику и методологию дедуктивных наук*. М.: Изд-во иностр. лит., 1948.
3. ЭДЕЛЬМАН С.Л. *Математическая логика*. М., Наука, 1975.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ НА ГРАФАХ**

**Горелова Г.В., Мельник Э.В.**

*(Технологический институт Южного федерального  
университета, Таганрог)*

gorelova@at.infotecsstt.ru, evm@mvs.tsure.ru

Ключевые слова: когнитивная карта, факторный эксперимент, интеллектуальные системы, принятие решений.

Представление сложных систем разной природы когнитивными графовыми моделями становится все более распространенным приемом исследования слабоструктурированных проблем их функционирования в динамично изменяющейся внешней среде. Разработанные когнитивные модели, например, социально-экономической системы (отрасли, организации и др.) позволяют объяснить протекающие в них процессы, прогнозировать развитие, разрабатывать лучшие стратегии развития [1]. Накопленный положительный опыт таких исследований дает возможность использовать эти модели в блоках поддержки управленческих решений в интеллектуальных системах. Но проведение когнитивных исследований и сценарного моделирования по имеющемуся фактологическому материалу для существующих социально-экономических систем часто затруднено из-за: недостаточности этого материала, «большой гипотетичности» предполагаемых воздействий, невозможности проверить практикой в реальном масштабе времени эффективность предлагаемых управленческих решений, и, тем более, воздействие последствий этих решений на управляющую систему. Поэтому моделирование взаимодействия «управляемой» социально-экономической системы и управляющей системы (органы власти, руководство предприятий и др.) представляется интересным. Можно выдвинуть еще ряд объяснений необходимости и

актуальности проведения предварительных исследований на взаимодействующих моделях управляющей и управляемой систем, которые послужили как причиной их разработки, так и причиной возникновения последующих проблем планирования экспериментов по испытанию их работоспособности и эффективности. Но главной целью настоящего исследования было облегчение проектирования реальных интеллектуальных систем принятия решений и выявление особенностей планирования эксперимента на взаимодействующих моделях и некоторые его результаты.

Объектом исследования являлась модель  $M = \{G_y, G_z, E\}$ , представляющая собой взаимодействующие модели управляющей системы  $G_y$  и модели задач  $G_z$ . Управляющая система представляет собой структуру, которая является взвешенным графом с заданными весами вершин и дуг (производительность, пропускная способность и др.). Разработанные программные модели основаны на идеях распределенных вычислительных систем [2].

В процессе работы на вход модели  $M$  поступает некоторая задача, которую в общем виде можно представить ориентированным ациклическим графом, вершинам и дугам которого присваиваются различные веса (трудоемкость, поток данных и др.).

Агенты управляющей системы оптимизируют суммарное время решения поступающих на вход взаимосвязанных задач, распределяя и перераспределяя их между собой по определенному алгоритму.

Первоначально на программных моделях были поставлены следующие задачи исследования: определение работоспособности и адекватности модели  $M = \{G_y, G_z, E\}$ ; выявление наилучших и наихудших, в том числе никоим образом недопустимых, условий работы модели  $M$ .

Поскольку работа модели  $M$  зависит от большого количества переменных, для решения поставленных задач необходимо было определенным образом организовать эксперимент. С этой целью были использованы идеи планирования эксперимента [3].

Начальный эксперимент проводился при ограниченном числе управляемых переменных (факторов), отбор которых про-

изводился экспертно. Были приняты следующие условия эксперимента: управляющая система состоит из  $i = 10, \dots, 50$  агентов; количество решаемых задач может изменяться в пределах от 10 до 50; алгоритм оптимизации решения задач фиксирован во всех сериях эксперимента; первоначальное перераспределение задач между агентами случайно.

Пространство эксперимента определялось следующими данными. Для управляющей системы:  $X_1$  – разброс производительности агентов,  $X_2$  – разброс пропускной способности канала обслуживания. Для задач:  $X_3$  – разброс трудоемкости задач,  $X_4$  – разброс потока данных. Интервалы варьирования всех факторов составляют  $[10, 50]$  в относительных единицах.

Отклик (выход) системы характеризуется рядом показателей, основным из которых является процент улучшения времени решения всей задачи. Эксперимент проводится на фиксированных размерах и структурах графов вычислительного устройства  $\Phi G_y$  и задач  $\Phi G_z$ , т.е. на моделях  $M = M(m \times n)$ , например,  $M(10 \times 10)$ ,  $M(10 \times 25)$ ,  $M(50 \times 50)$  и т.п.

В основу экспериментирования был положен план полного факторного эксперимента  $N = 2^k$ ,  $k = 4$ , который проводился несколькими сериями при изменении условий эксперимента по другим параметрам. Переход от серии к серии был формализован лишь частично, так как окончательно анализ результатов проводил эксперт и принимал решение о дальнейшем движении по пространству эксперимента. Участие эксперта в ходе эксперимента позволило существенно сокращать и время, и количество экспериментов. Основное правило перехода от серии к серии требовало, чтобы переход осуществлялся тогда, когда показатель процент улучшения времени решения всей задачи становился менее 50%.

Серии разведочного эксперимента позволили принять решение о работоспособности модели и допустимых значениях факторов  $X$ . Были выделены условия, соответствующие лучшим и худшим сочетаниям уровней управляющих факторов. Для проведения сопоставительного анализа результатов всех серий опытов можно воспользоваться графиком (рис.1), на котором сгруппированы результаты опытов по убыванию их эффектив-

ности. На графике по оси абсцисс отмечены номера опытов, по оси ординат – значения показателя  $Y_5$ .

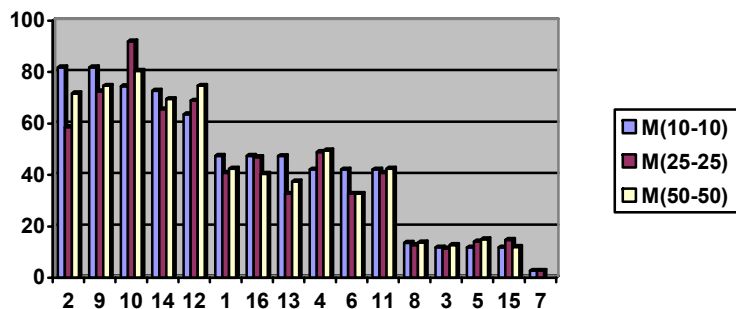


Рис.3. Классификация результатов эксперимента серии 1

Классификация результатов опытов по всем 12 сериям показала полное совпадение условий лучших (2,9,10,12,14), для которых  $Y_5 > 50\%$ , и худших опытов. Эти результаты послужили основанием, во-первых, для определения условий уточняющих экспериментов внутри исходного пространства опытов, и, во-вторых, для разработки последующих рекомендаций по проектированию интеллектуальной системы поддержки управленческих решений, работающей в реальном масштабе времени с потоком пользователей разного уровня (задачи различной трудоемкости).

### Литература

- ГОРЕЛОВА Г.В., ЗАХАРОВА Е.Н., РАДЧЕНКО С.Н. *Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход*. – Ростов н/Дону: Изд-во РГУ, 2006. – 332с.
- МЕЛЬНИК А.В., БЛУИШВИЛИ И.В., ПУХА И.С. *Мультиагентная среда организации распределенных вычислений*. Известия ТРТУ, вып.16.- Таганрог: Из-дво ТРТУ, 2006 г – С.25-
- НАЛИМОВ В.В., ЧЕРНОВА Н.А. *Статистические методы планирования экстремальных экспериментов*. – М.: Наука, 1965.

## ИНДИКАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСНЫХ ОЦЕНОК

Гусев В.Б., Павельев В.В., Другов В.Е.  
(Институт проблем управления РАН, Москва)  
gusvbr@ipu.ru

Ключевые слова: контур регулирования, жизнедеятельность региона, проблемные вопросы мегаполиса, подсчет комплексной оценки, индикативное регулирование

Рассматривается контур регулирования, предназначенный для обеспечения жизнедеятельности региона в соответствии с набором требований, которые объединены в критерий, задаваемый схемой комплексного оценивания. Особенностью данного механизма регулирования является то, что регулирование осуществляется по нескольким направлениям (управляющим параметрам), а в качестве уставок по этим направлениям используются индикаторы отклонения управляющих параметров от их оптимального значения при максимизации комплексной оценки.

Проблемные вопросы Московского мегаполиса укрупненно могут быть представлены в виде следующей иерархической структуры.

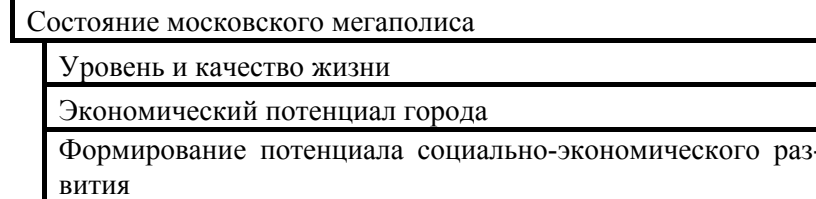


Рис.1. Древоподобная структура проблемных вопросов Московского мегаполиса верхнего уровня

Каждый из трех подуровней на этой древовидной структуре верхнего уровня определяется рядом направлений деятельности (факторов), представленных на схемах ниже – древовидных структурах нижнего уровня.

Уровень и качество жизни
Денежные доходы населения
Социальное обеспечение и социальное развитие
Демография и здравоохранение
Образование
Культура, физическая культура и спорт, средства массовой информации
Жилищно-коммунальное хозяйство
Жилищная политика
Экология
Безопасность

*Рис. 2. Древовидная структура проблемы уровня и качества жизни*

Экономический потенциал города
Валовой региональный продукт
Наука и промышленность
Малый бизнес
Транспорт и связь
Оптовая и розничная торговля
Злоупотребления в кредитно-финансовых организациях
Привлечение иностранных туристов
Другие отрасли
Интеграция города Москвы и субъектов Российской Федерации

*Рис. 3. Древовидная структура экономического потенциала города*

Формирование потенциала социально-экономического развития
Трудовые ресурсы
Поддержка инновационных процессов
Строительство и инженерная инфраструктура
Совершенствование бюджетной системы
Международная и внешнеэкономическая деятельность

*Рис. 4. Древовидная структура проблемы формирования потенциала социально-экономического развития*

Приведенные выше древовидные структуры, в соответствии с методом векторной стратификации [1], позволяют сформировать процедуру подсчета комплексной оценки на основе экспертных данных. При этом, экспертные оценки концевых вершин деревьев нижнего уровня сворачиваются в обобщенные оценки, соответствующие их корневым вершинам, а те, в свою очередь, позволяют получить свертку для комплексной оценки, соответствующей корневой вершине дерева верхнего уровня.

Контур обратной связи имеет в качестве целевой установки максимизацию комплексной оценки состояния московского мегаполиса и реализуется за счет мониторинга оценок текущего состояния направлений деятельности (факторов), анализа комплексной оценки и формирования рекомендаций по распределению ресурсов на их поддержку.

Анализ комплексной оценки, как функции свертки оценок концевых вершин позволяет определить предельные оценки – индикаторы чувствительности комплексной оценки к изменениям последних [2]. В конкретной текущей ситуации значения индикаторов чувствительности рассматриваются как сигналы обратной связи, направляющие деятельность управляющих органов региона в соответствии с тенденцией увеличения критерия (комплексной оценки состояния региона). Для эффективной работы такого механизма регулирования необходимо правильно подобрать комплекс мер, позволяющих воздействовать на ком-

поненты состояния региона в направлении увеличения комплексной оценки.

Каждое из направлений деятельности в сфере регионального развития [3] включает совокупность мероприятий, эффективность которых можно определять с помощью соответствующих имитационных моделей или экспертных оценок.

Организация процесса индикативного регулирования сводится к сбору, обработке, вводу информации для получения комплексных оценок и оценок чувствительности для направленной деятельности и расчету индикативных показателей. Далее принимаются и передаются соответствующие рекомендуемые решения по активизации направлений в соответствии с их вкладом в наращивание комплексного критерия. Для получения численных результатов описанной процедуры принятия решений используется соответствующий программный продукт, реализующий расчеты для схем оценивания.

### **Литература**

1. АНОХИН А.М., ГУСЕВ В.Б., ПАВЕЛЬЕВ В.В. *Комплексное оценивание и оптимизация на моделях многомерных объектов*. М., - 2003 (Научное издание / Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН).
2. ГЛОТОВ В. А., ПАВЕЛЬЕВ В. В. *Векторная стратификация*. – М.: Наука, 1984.
3. ГУСЕВ В.Б., ЕФРЕМЕНКО В.Ф., ЛЕВИНТАЛЬ А.Б., ПАВЕЛЬЕВ В.В., ПАЩЕНКО Ф.Ф. *Методы индикативного планирования в региональном управлении*. Монография / Под ред. Ф.Ф. Пащенко. – М.: Научная книга, 2006. – 149 с.

## **МЕТОДОЛОГИЯ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СЛАБОФОРМАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ**

**Дорофеев Ю.А.**

*(Институт проблем управления РАН, Москва)*

tigress86@bk.ru

Ключевые слова: структурный анализ, структурное прогнозирование, слабоформализованные системы управления

### **Введение**

Рассматривается задача анализа и прогнозирования в слабоформализованной многопараметрической системе управления, которая состоит из достаточно большого числа формально не структурированных объектов. Идея предлагаемого метода решения этой задачи состоит в том, что исследуются не точные значения параметров, описывающих состояние каждого объекта (траектории состояний), а лишь класс, к которому принадлежит каждый объект в рамках некоторой структуры (классификации) множества объектов, входящих в исследуемую систему [2]. Такое интегральное описание объектов позволяет существенно повысить эффективность результатов принимаемых управленческих решений и прогнозов. Для формализации задачи используется методология классификационного анализа данных [1].

### **1. Методология структурного анализа и прогнозирования**

#### *1.1. Процедуры структурного анализа*

Пусть исследуемая система состоит из  $N$  объектов, каждый из которых характеризуется набором из  $k$  параметров. Изучается

поведение этого множества объектов в дискретные моменты времени. Вводится в рассмотрение  $k$ -мерное пространство параметров  $X$ , в котором  $j$ -ый объект в момент времени  $t$  представляется точкой  $x_j(t) = (x_j^1(t), x_j^2(t), \dots, x_j^k(t))$ . Упорядоченная совокупность точек  $x_j(t_1), \dots, x_j(t_n)$  является известной частью траектории, характеризующей динамику  $j$ -го объекта.

В большинстве приложений для принятия управленческого решения в момент времени  $t_n$  используется совокупная информация об известных траекториях каждого объекта и прогноз значений  $x_j(t_n + 1)$ ,  $j=1, \dots, N$ . При этом, как правило, информация по каждому объекту рассматривается независимо от остальных [3]. Однако для многих прикладных задач требуется знать не точные значения параметров-характеристик в моменты времени  $t_1, t_2, \dots, t_n$  и прогнозировать значения в момент  $t_{n+1}$ , а знать (и прогнозировать) лишь класс, к которому принадлежит (будет принадлежать) этот объект в соответствующие моменты времени в рамках некоторой структуры (классификации) множества объектов изучаемой системы.

Основу предлагаемого подхода составляет процедура выявления структуры объектов, входящих в исследуемую систему. Предполагается, что вектор значений параметров  $x_j(t)$  достаточно полно характеризует состояние  $j$ -го объекта в момент времени  $t$ . А это, в свою очередь, означает, что взаиморасположение точек  $x_1(t), \dots, x_N(t)$  в пространстве  $X$  отражает реальную структуру (типологию) исследуемого множества объектов. Выявление такой структуры проводится методами классификационного анализа [1]. Для этого в момент  $t_1$  производится кластеризация  $N$  точек в пространстве  $X$  на небольшое (3-7) число классов  $r$ , каждый из которых и характеризует определённый тип объекта. Для этой цели был специально разработан комплексный алгоритм кластеризации. Вводится понятие модели (эталона) класса  $a_i(t)$ ,  $i=1, \dots, r$  (чаще всего - это центр класса) [1]. Для каждого объекта кроме принадлежности к классу вычисляются расстояния до эталонов всех классов  $R_{ij}(t)$ ,  $i=1, \dots, r$ ,  $j=1, \dots, N$ . В момент времени  $t_2$  каждая

точка  $x_j(t_2)$  с помощью алгоритма распознавания образов с учителем метода потенциальных функций относится к тому или иному классу в рамках классификации, полученной на первом шаге. Затем производится пересчёт эталонов - для каждой точки с предыдущего шага пересчитываются, а для каждой новой точки вычисляются расстояния до новых эталонов. Такая процедура выполняется для всех  $n$  моментов времени. В итоге для каждого объекта получается последовательность (траектория) из  $n$  позиций. В  $s$ -ой позиции находится  $r+1$  число, первое из которых - номер класса, к которому относился этот объект в момент времени  $t_s$ , а последующие числа - значения расстояний до эталонов классов в тот же момент времени.

### 1.2. Алгоритм прогнозирования

Для принятия управленческих решений в момент времени  $t_n$  надо для каждого объекта спрогнозировать номер класса (тип объекта) в момент времени  $t_{n+1}$ . В качестве прогнозной модели для каждого объекта используется марковская цепь с  $r$  состояниями и матрицей переходных вероятностей  $P_j = \|p_{ji}\|$ . Разработан алгоритм пересчёта переходных вероятностей  $p_{ji}$  с использованием значений расстояний до центров классов. После первого шага, для точек  $x_j(t_1)$  подсчитаны расстояния до центров классов  $R_{ji}^{(1)} = R(x_j(t_1), a_i(t_1))$ ,  $i=1, \dots, r$ ,  $j=1, \dots, N$ . Тогда, рассчитываются элементы матрицы переходной вероятностей:  $p_{ji}^{(1)} = p_{ji}(t_1) = \frac{\alpha_j^{(1)}}{R_{ji}^{(1)}}$ , где  $\alpha_j^{(1)}$  нормирующий множитель.

На  $s$ -ом шаге  $p_{ji}^{(s)}$  пересчитываются так: для  $R_{ji_0}^{(s)} \neq 0$

$$p_{ji}^{(s)} = \gamma \left[ p_{ji}^{(s-1)} + \left( 1/2 \left[ 1 + \text{sign}(\Delta R_{ji}^{(s)}) \right] - p_{ji}^{(s-1)} \text{sign}(\Delta R_{ji}^{(s)}) \right) \Delta \hat{R}_{ji}^{(s)} \right],$$

где  $\Delta R_{ji}^{(s)} = R_{ji}^{(s-1)} - R_{ji}^{(s)}$ ,  $\Delta \hat{R}_{ji}^{(s)} = \frac{R_{ji}^{(s-1)} - R_{ji}^{(s)}}{R_{ji}^{(s-1)} + R_{ji}^{(s)}}$ ,  $\gamma$  - нормирующий

множитель. Если  $R_{j_0}^{(s)} = 0$ , т.е.  $j$ -ая точка совпадает с эталоном  $i_0$ -го класса, то вероятность для  $j$ -ой точки остаться в классе  $i_0$  равна 1, а вероятность перехода в другой класс равна 0.

### 1.3. Модификации и приложения

Разработана модификация процедуры прогнозирования, когда классификация объектов задаётся заранее (например, экспертным путём) и в последующем остаётся неизменной.

Разработан также вариант алгоритма «с памятью», когда используются данные только об  $s$  прошлых состояниях множества объектов ( $s$  – глубина памяти алгоритма).

Оказалось, что для некоторых приложений существенно более эффективным оказывается использование алгоритмов размытой классификации, в том числе с фоновым классом [1].

Приведены результаты использования разработанной методологии при исследовании нескольких слабоформализованных крупномасштабных систем управления.

### Литература

1. БАУМАН Е.В., ДОРОФЕЮК А.А. *Классификационный анализ данных* / Труды Международной конференции по проблемам управления. Том 1. – М.: СИНТЕГ, 1999. – С. 62-67.
2. ДОРОФЕЮК А.А., ДОРОФЕЮК Ю.А. *Методы структурно-классификационного прогнозирования многомерных динамических объектов* / Искусственный интеллект, № 2, 2006. – С.138-141.
3. *Статистическое моделирование и прогнозирование*. Сборник под ред. Гранберга А.Г. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 382 с.

## МОДЕЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЁР ОБЖИГОВОЙ ПЕЧИ

**Иванов Е.Б.**

(Институт проблем управления РАН, Москва)

ivanov-ics@mail.ru

**Горбатов Е.П., Кондрукевич А.А.**

(ЗАО "Объединение Гжель", п. Ново - Харитоново,  
Московская область)

Ключевые слова: экспертная система, тренажёр, обжиговая печь для производства керамических материалов.

### Введение

Тренажеры в современном понимании появились в индустриальном обществе, когда возникла необходимость массовой подготовки специалистов для работы либо на однотипном оборудовании, либо со схожими рабочими действиями, и, конечно, в первую очередь для военных нужд. Но только в последней четверти уходящего века с потрясающе быстрой компьютеризацией мирового сообщества, с созданием сложнейшей техники, эксплуатация которой связана с риском для жизни не только одного человека, но и человечества в целом, возникла целая индустрия - тренажерные технологии [1].

### 1. Разработка тренажёра обжиговой печи

#### 1.1. Логическая модель

В настоящее время предъявляются высокие требования к качеству и безотходному производству продукции. В связи с этим, нами разрабатывается экспертная система (тренажёр) мастера обжиговой печи для производства керамики и огнеупоров на основе законов нечёткой логики и искусственного интеллекта.



Особенностью разрабатываемой экспертной системы является применение логической, технологической, физико-химической моделей аналитического контроля (рис. 1).

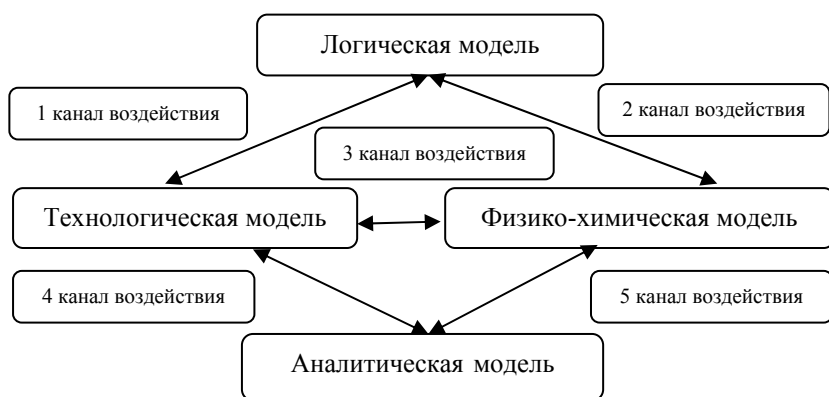


Рис.1 – Схема управления тренажёра обжиговой печи.

Принцип моделирования тренажёра обжиговой печи заключается в основной работе логической модели с её последующим воздействием на технологическую и физико-химическую модели с их взаимным влиянием по 1,2 и 3 каналам воздействия.

Контрольной точкой получения результата (качественной продукции) является модель аналитического контроля, влияние на которую оказывается по 4 и 5 каналам воздействия.

Работа обжиговой печи заключается в просушке, нагреве, обжиге и охлаждении керамической продукции с постепенным изменением интервала температуры. Интерфейс логической модели тренажёра состоит из динамического протокола с “совмещенными” рулями и неполадками, а также наблюдаемыми параметрами.

База знаний представляет собой набор логических значений (больше нормы “>”, норма “=”, меньше нормы “<”), которые сведены в таблицы в качестве модулей и регуляторов (таблица 1). Моделирование нештатных ситуаций в разработанной систе-

ме достигается путём задания соответствующих значений входным переменным и настроечным коэффициентам в заданный момент времени.

Таблица 1. Логический модуль №1 обработки данных штатного режима работы обжиговой печи.

Помехи/Рули (Входы)										
1.	D	=	<	>	<	<	=	=	>	>
2.	GV	=	<	>	<	=	<	=	<	>
3.	TO	=	<	>	=	<	<	<	>	<
Наблюдаемые параметры (Выходы)										
4.	R	=	<	>	<	<	=	=	>	>
5.	T	=	<	>	<	=	<	=	<	>
6.	CO	=	<	>	<	=	<	=	<	>
7.	CO <sub>2</sub>	=	>	<	>	=	>	=	>	<
8.	VT	=	>	<	=	>	>	>	<	>

где: R - разряжение; T - температура; CO - содержание CO; CO<sub>2</sub> - содержание CO<sub>2</sub>; VT - скорость роста температуры; D - оборот дымосос; GV - газ/воздух; TO - время обжига.

### 1.2. Технологическая модель

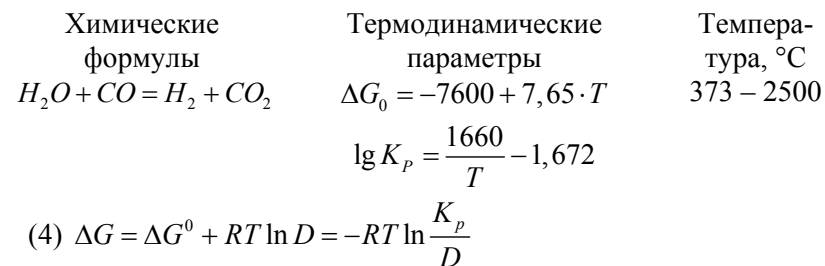
В данной модели рассматриваются одни из основных показателей работы печи по обжигу огнеупоров. Например, энергоплотность (ЭП) можно вычислить по формуле [2]:

$$(1) \text{ ЭП} = -\Delta G / V = / \Delta G_T (d / M) = / (\Delta H - T \Delta S) / (d / M)$$

где  $\Delta G_T$  – энергия Гиббса (или термодинамический потенциал образования соединения из элементов) при данной температуре, кДж/моль;  $V$  – мольный объём соединения, см<sup>3</sup>/моль;  $d$  – истинная плотность соединения, г/см<sup>3</sup>;  $M$  – мольная масса соединения, г/моль;  $\Delta H$  – энтальпия образования соединения, кДж/моль;  $T$  – температура, °С (К);  $\Delta S$  – энтропия, кДж/моль.

### 1.3. Физико-химическая модель

Совершенствуемая в настоящее время физико – химическая модель представляет собой набор химических реакций с расчётом энергии Гиббса, что также способствует более детально и точно соблюдать ход технологического процесса [3]:



где  $K_p = \exp\left(\frac{\Delta G^0}{RT}\right)$  - константа равновесия реакции;  $\Delta G^0$  - стандартная энергия Гиббса реакции;  $\Delta G$  - энергия Гиббса реакции

### 1.4. Модель аналитического контроля

Для экспертной системы разработана модель аналитического контроля, включающая рентгенофазовый анализ. Метод основан на том, что рентгеновское излучение, взаимодействуя с кристаллическими веществами, даёт специфические дифракционные картины, обусловленные особенностями атомного строения этих веществ. Вывод сделан на основании хорошего совпадения рефлексов экспериментальной дифрактограммы и соответствующих табличных данных из картотеки ASTM (американское общество стандартов и материалов) [4].

### Выводы

1. Экспертные системы имеют широкое распространение во всех сферах промышленности. Тренажерные технологии - сложные комплексы, системы моделирования и симуляции, компьютерные программы и физические модели, специальные

методики, создаваемые для того, чтобы подготовить личность к принятию качественных и быстрых решений.

2. Нами разрабатывается тренажёр мастера обжиговой печи по производству керамики и огнеупоров с применением “совмещённых” рулей и неполадок, а также технологической, физико–химической моделей аналитического контроля. Особенность данной модели заключается в обработке логической информации, её воздействии на технологическую модель и получение конечных результатов.

3. Разрабатываемая экспертная система (тренажёр) мастера обжиговой печи на базе нечёткой логики и искусственного интеллекта имеет большое значение для предотвращения аварийных ситуаций, повышения квалификации обслуживающего персонала и обучения студентов старших курсов вузов технических специальностей.

### Литература

1. СКРИБАНОВ Е.В., ТАРАТЫНОВ О.В., КОЛОТО А.В., ЧИСТЯКОВА А.С. *Описание изобретения к патенту № 2280903 С1 / Универсальный обучающий комплекс.*
2. ПЕРЕПЕЛИЦИН В.А., СИВАШ В.Г. *Теоретические прогнозы относительно износостойчивости оксидоуглеродистых огнеупоров // Новые огнеупоры № 5, 2003, с. 87 – 91*
3. ПАДЕРИН С.Н., ФИЛИППОВ В.В. *Теория и расчеты металлургических систем.* М.: МИСИС, 2002. – 334 с.
4. КАРПОВ Ю.А., ГИММЕЛЬФАРБ Ф.А., САВОСТИН А.П., Сальников В.Д. *Аналитический контроль металлургического производств.* М.: Металлургия, 1995, 400 с.

# СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КОМПЕНСАТОРНЫХ И ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМАХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ

Ивашенко А.А., Заложнев Д.А., Новиков Д.А., Щепкина М.А.

(Институт проблем управления РАН, Москва)

ai@chemdiv.com, dazal@rinform.ru, novikov@ipu.ru, masch@ipu.ru

Ключевые слова: система оценки деятельности, задача стимулирования, комплексное оценивание

## Введение

Проведенный в [1] анализ многокритериальных систем стимулирования свидетельствует, что равновесие игры агентов, деятельность каждого из которых описывается вектором его действий, существенно зависит от оператора агрегирования, отображающего множество векторов индивидуальных действий агентов во множество результатов их совместной деятельности. Другими словами, оператор агрегирования является компонентой системы оценки деятельности [13], которая ставит в соответствие «детальным» действиям агентов менее подробные показатели, характеризующие эффективность их деятельности с точки зрения организации. Поэтому одной из задач управления, которая может и должна решаться совместно с синтезом оптимальных многокритериальных систем стимулирования, является выбор оптимальной системы оценки деятельности. В настоящей работе приведены результаты решения этой задачи для компенсаторных и линейных систем многокритериального стимулирования.

## Описание модели

Рассмотрим двухуровневую организационную систему (ОС), состоящую из одного центра на верхнем уровне иерархии и  $n$  агентов на нижнем.

Стратегией  $i$ -го агента является выбор действия  $y_i \in A_i$ ,  $i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$  – множеству агентов; стратегией центра – выбор системы стимулирования  $\{\sigma_i(z)\}_{i \in N}$ , где  $z_i = Q_i(y) \in B_i$  – наблюдаемый центром результат деятельности  $i$ -го агента,  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$  – вектор действий агентов,  $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$  – вектор результатов деятельности агентов,  $Q_i: A \rightarrow B_i$  – оператор агрегирования,  $\sigma_i: B \rightarrow \mathcal{R}^1$ ,  $i \in N$ ,  $A = \prod_{i \in N} A_i$ ,  $B = \prod_{i \in N} B_i$ .

Предпочтения центра отражены его целевой функцией

$$(1) \Phi(z, \sigma(z)) = H(z) - \sum_{i \in N} \sigma_i(z),$$

где  $H(\cdot): B \rightarrow \mathcal{R}^1$  – функция дохода центра.

Предпочтения  $i$ -го агента отражены его целевой функцией:

$$(2) f_i(y, \sigma_i(z)) = \sigma_i(z) - c_i(y),$$

где  $c_i(\cdot): A \rightarrow \mathcal{R}^1$  – функция затрат  $i$ -го агента,  $i \in N$ .

Последовательность функционирования ОС такова: центр выбирает и сообщает агентам систему стимулирования (зависимость вознаграждения, выплачиваемого каждому из агентов, от вектора результатов их деятельности), затем агенты однократно, одновременно и независимо выбирают свои действия, которые приводят к соответствующим результатам деятельности. Целевые функции и допустимые множества, а также операторы агрегирования, являются общим знанием среди всех участников ОС (центра и агентов); агенты на момент принятия решений знают выбранную центром систему стимулирования; центр наблюдает результаты деятельности агентов, но может не знать их действий.

Обозначим:

$P(\sigma(\cdot)) \subseteq A$  – множество действий, выбираемых агентами при системе стимулирования  $\sigma(\cdot)$ : обычно считается, что агенты выбирают действия, являющиеся равновесием их игры [1];

$$Q(P) = \bigcup_{y \in P} \{(Q_1(y_1), Q_2(y_2), \dots, Q_n(y_n))\} - \text{множество результатов}$$

деятельности агентов, которые могут реализоваться при выборе ими действий из множества  $P$ .

Эффективность стимулирования  $K(\sigma)$  определяется как гарантированное значение целевой функции центра:

$$(3) K(\sigma) = \min_{z \in Q(P(\sigma))} [H(z) - \sum_{i \in N} \sigma_i(z)].$$

В общем виде задача стимулирования формулируется следующим образом – найти допустимую систему стимулирования, обладающую максимальной эффективностью:

$$(4) K(\sigma) \rightarrow \max_{\sigma}.$$

Пусть действие каждого агента является вектором с действительными значениями координатами:  $y_i = (y_{ij})_{j \in K_i}$ , где  $K_i$  – множество компонентов, описывающих деятельность  $i$ -го агента (например, объем работ, их качество и т.д.).

Введем следующие предположения.

**A.1.**  $B_i = \mathcal{R}^1, i \in N$ .

**A.2.** Функции затрат агентов аддитивны и сепарабельны:

$$(5) c_i(y_i) = \sum_{j \in K_i} (y_{ij})^2 / (2r_{ij}), i \in N.$$

**A.3.** Результат деятельности  $i$ -го агента аддитивно зависит только от его собственных действий:

$$(6) z_i = Q_i(y_i) = \sum_{j \in K_i} \beta_{ij} y_{ij}, i \in N.$$

Содержательно совокупность «весов»  $\{\beta_{ij}\}$  в рассматриваемой модели представляет собой *систему оценки деятельности агентов*.

**A.4.** Функция дохода центра представляет собой взвешенную сумму компонентов векторов действий агентов:

$$(7) H(Q(y)) = \sum_{i \in N} \sum_{j \in K_i} \Delta_{ij} y_{ij},$$

где веса  $\Delta = \{\Delta_{ij}\}$  отражают приоритеты центра.

Рассмотрим последовательно задачи выбора операторов агрегирования для различных систем многокритериального стимулирования.

### Компенсаторная система многокритериального стимулирования в одноэлементной ОС

Фиксируем произвольный результат деятельности агента  $z \in B$  и вычислим, во-первых, множество его действий, приводящих к данному результату:

$$(8) Y(z) = \{y \in A \mid Q(y) = z\},$$

и, во-вторых, минимальные затраты агента по достижению данного результата:

$$(9) C(z) = \min_{y \in Y(z)} c(y).$$

Рассмотрим компенсаторную систему стимулирования

$$(10) \sigma_K(x, z) = \begin{cases} C(x), & z = x \\ 0, & z \neq x \end{cases}, x, z \in B.$$

Видно, что система стимулирования (10) в рамках гипотезы благожелательности (при прочих равных агент выберет действия, наиболее благоприятные с точки зрения центра) побуждает агента выбрать действия, приводящие к «плановому результату»  $x \in B$ , причем затраты центра на стимулирование при этом минимальны.

Оптимальный реализуемый результат деятельности может быть найден из решения следующей стандартной оптимизационной задачи

$$(11) z^* = \arg \max_{x \in B} [H(x) - C(x)].$$

В [2] доказано, что в рамках гипотезы благожелательности система стимулирования (10)-(11) оптимальна.

Исследуем роль системы оценки деятельности. Из (9), опуская номер агента, получаем:

$$(12) C(z) = \frac{z^2}{2 \sum_{j \in K} \beta_j^2 r_j}.$$

Обозначим  $y^*(z)$  – вектор действий из множества  $Y(z)$ , на котором достигается минимум затрат:

$$(13) y_j^*(z) = \frac{z\beta_j r_j}{\sum_{\xi \in K} \beta_\xi^2 r_\xi}, j \in K.$$

Вычислим оптимальное с точки зрения центра значение агрегированного результата деятельности агента:

$$(14) z^*(\beta) = \sum_{j \in K} \Delta_j \beta_j r_j.$$

Действия, выбираемые агентом, и, следовательно, его результат деятельности, зависят от функции агрегирования (которая в рамках предположения А.3 задается набором «весов»  $\beta$ ). Если выбор функции агрегирования (системы оценки деятельности) является прерогативой центра, то одним из «инструментов» управления является назначение таких весов, которые приводили бы к наиболее выгодному для центра (с точки зрения значения его целевой функции) поведению агента.

Поэтому рассмотрим задачу выбора системы оценки деятельности (весов  $\beta = \{\beta_{ij}\}$ ):

$$(15) \Phi(y^*(\beta), \sigma_k(z^*(\beta))) \rightarrow \max_{\beta}.$$

Для рассматриваемого случая получаем, что решение этой задачи дается следующим утверждением.

**Утверждение 1.** Если выполнены предположения А.1-А.4, то в одноэлементной ОС оптимальная система оценки деятельности должна удовлетворять следующему условию:

$$(16) \frac{\beta_j}{\beta_\xi} = \frac{\Delta_j}{\Delta_\xi}, j, \xi \in K.$$

Содержательно условие (16) означает, что относительный приоритет компонентов вектора деятельности агента, устанавливаемый системой оценки его деятельности, должен определяться приоритетами центра. Такой вывод вполне соответствует здравому смыслу. Интересно отметить, что при этом параметры системы оценки деятельности не зависят от индивидуальных характеристик агента, отражаемых в рассматриваемой модели вектором  $r = (r_1, r_2, \dots, r_k)$ , где  $k = |K|$ , «эффективностей» его деятельности по каждой из оцениваемых компонент вектора действий.

### Линейная система многокритериального стимулирования в многоэлементной ОС

Пусть центр установил ставку оплаты  $\alpha \geq 0$ , то есть предложил агентам систему стимулирования:

$$(17) \sigma_{Li}(z_i) = \alpha z_i, i \in N.$$

Данная система стимулирования является унифицированной, так как ставка оплаты  $\alpha$  одинакова для всех агентов. Однако, агенты могут быть различными, поэтому проанализируем, какие действия они будут выбирать при данной системе стимулирования. Целевая функция  $i$ -го агента имеет вид:

$$(18) f_i(y) = \alpha Q_i(y) - c_i(y), i \in N.$$

Обозначим  $P(\alpha)$  – множество равновесий Нэша игры агентов. Тогда задача синтеза оптимальной линейной системы стимулирования сводится к выбору оптимальной ставки оплаты:

$$(19) \alpha^* = \arg \max_{\alpha \geq 0} \min_{y \in P(\alpha)} [H(Q_1(y), \dots, Q_n(y)) - \alpha \sum_{i \in N} Q_i(y)].$$

Исследуем задачу (19).

Обозначим  $K_i = \{1, 2, \dots, k_i\}$  – множество показателей деятельности  $i$ -го агента (множество компонент вектора его действий).

Для того чтобы найти «равновесие Нэша» игры агентов, решим следующую задачу:

$$(20) \begin{cases} c_i(y_i) \rightarrow \min_{y_i \geq 0} \\ Q_i(y_i) = z_i \end{cases}.$$

В итоге получаем:

$$(21) y_{ij}^*(z_i) = \frac{z_i (\beta_{ij} r_{ij})^{\frac{1}{\gamma_i - 1}}}{\sum_{\xi \in K_i} (\beta_{i\xi})^{\frac{\gamma_i}{\gamma_i - 1}} (r_{i\xi})^{\frac{1}{\gamma_i - 1}}}, j \in K_i, i \in N.$$

При этом минимальные затраты  $i$ -го агента на достижение результата деятельности  $z_i \geq 0$  равны

$$(22) C_i(z_i) = z_i^{\gamma_i} / (\gamma_i b_i), i \in N,$$

где

$$(23) b_i = \left[ \sum_{\xi \in K_i} (\beta_{i\xi})^{\frac{\gamma_i}{\gamma_i-1}} (r_{i\xi})^{\frac{1}{\gamma_i-1}} \right]^{\gamma_i-1}, i \in N.$$

Найдем для  $i$ -го агента результат деятельности  $z_i^*(\alpha)$ , доставляющий максимум его целевой функции  $\alpha z_i - C_i(z_i)$ :

$$(24) z_i^*(\alpha) = (\alpha b_i)^{\frac{1}{\gamma_i-1}}, i \in N.$$

В результате задача (19) превращается в стандартную оптимизационную задачу:

$$(25) \alpha^* = \arg \max_{\alpha \geq 0} [h(z^*(\alpha)) - \alpha \sum_{i \in N} z_i^*(\alpha)].$$

В [2] доказано, что если выполнены предположения А.1-А.4, то зависимость действий, выбираемых агентами, от ставки оплаты описывается выражением (21), а оптимальной является ставка оплаты (25).

Вернемся к исследованию роли систем оценки деятельности. Вычисляем:

$$(26) y_{ij}^*(\alpha) = \alpha \beta_{ij} r_{ij}, j \in K_i, i \in N.$$

$$(27) \Phi(y^*(\beta), \sigma_L(z^*(\beta))) = \frac{\left[ \sum_{i \in N} \sum_{j \in K_i} \Delta_{ij} \beta_{ij} r_{ij} \right]^2}{2 \sum_{i \in N} \sum_{j \in K_i} (\beta_{ij})^2 r_{ij}}.$$

Находя максимум (27) по параметрам системы оценки деятельности, получаем следующий аналог утверждения 1:

Утверждение 2. Если выполнены предположения А.1-А.4, то в многоэлементной ОС при использовании линейной системы многокритериального стимулирования оптимальная система оценки деятельности должна удовлетворять следующему условию:

$$(28) \frac{\beta_{ij}}{\beta_{i\xi}} = \frac{\Delta_{ij}}{\Delta_{i\xi}}, j, \xi \in K_i, i \in N.$$

Содержательная интерпретация условия (28) такая же, что и у условия (16): относительный приоритет компонентов вектора

деятельности агента, устанавливаемый системой оценки его деятельности, должен определяться приоритетами центра

## Литература

- 1 ГУБКО М.В., НОВИКОВ Д.А. *Теория игр в управлении организационными системами*. М.: Синтег, 2002. – 148 с.
- 2 ИВАЩЕНКО А.А., НОВИКОВ Д.А., ЩЕПКИНА М.А. *Модели и механизмы многокритериального стимулирования в организационных системах*. М.: ИПУ РАН, 2006. – 60 с.
- 3 НОВИКОВ Д.А. *Теория управления организационными системами*. М.: МПСИ, 2005. – 584 с.

# ВИД МНОГОУРОВНЕВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ

Мишин С.П.

(Институт проблем управления РАН, Москва)

smishin@newmail.ru

Ключевые слова: оптимальная многоуровневая иерархия, внешние условия.

## Введение

В докладе развивается линия исследования работ [1 - 7], в которых затраты на управление организацией минимизировались по всем возможным иерархиям менеджеров, настроенных над заданным множеством исполнителей. Полученные в вышеуказанных работах результаты позволяют в ряде случаев ответить на очень важный вопрос – каков вид оптимальной иерархии, управляющей исполнителями с заданными характеристиками (сложность, мера, объем выполняемой работы и т.п.). В ряде случаев это оправдано, поскольку технология жестко определяет состав и функции исполнителей. Однако во многих случаях возникает вопрос об оптимальном составе исполнителей: сколько исполнителей должно быть в организации, и какой объем работы должен выполнять каждый исполнитель, чтобы организация в целом работала эффективно (с максимальной прибылью)?<sup>1</sup> Эта задача и будет рассматриваться в данном докладе: максимизировать прибыль – разницу дохода организации, зави-

---

<sup>1</sup> Несмотря на минимальные затраты иерархии прибыль организации может оказаться далеко не максимальной. Например, для максимизации прибыли может потребоваться увеличение/снижение количества исполнителей и/или объема выполняемой ими работы.

сящего от объема выполненных работ, и затрат всех сотрудников, как менеджеров, так и исполнителей.

## 1. Описание модели

$$(1) \max_{\mu \geq 0} \max_{n \geq 0} \max_{\mu_1 + \dots + \mu_n = \mu} [p\mu - (\mu_1^\varepsilon + \dots + \mu_n^\varepsilon)] - \min_{H \in \Omega(n)} \sum_{m \in H} (x_1^\alpha + \dots + x_k^\alpha)^\beta.$$

В модели решается задача максимизации прибыли (1) по общему объему работы  $\mu$ , выполняемому организацией, количеству исполнителей  $n$ , которые будут выполнять данный объем работ, разбиению общего объема между исполнителями. В квадратных скобках стоит доход (цена единицы продукции  $p$ , умноженная на выполненный объем) минус затраты исполнителей, минус минимально возможные затраты иерархии на управление исполнителями. Задача минимизации по иерархии  $H$  из всего множества иерархий управления  $\Omega(n)$  решена в работах [0 - 0]. Минимизируется сумма затрат всех менеджеров  $m \in H$ , где  $k$  – количество непосредственных подчиненных  $m_1, \dots, m_k$  менеджера  $m$  (норма управляемости),  $x_1, \dots, x_k$  – объемы работ, выполняемые подразделениями, подчиненными менеджеру  $m_1, \dots, m_k$ . Задача решается при известных и фиксированных параметрах “внешней среды”, под которыми в данном докладе понимаются цена единицы продукции  $p$ , принятые в данной отрасли профессиональный уровень исполнителей (степень непрофессионализма  $\varepsilon$ ) и менеджеров (степень непрофессионализма  $\beta$ ), а также допустимая степень делегирования полномочий (степень несамостоятельности менеджеров  $\alpha$ , которая входит в функцию затрат, определяя количество проблем, решаемых менеджером самостоятельно и количество проблем, эскалируемых на более высокие уровни иерархии).

Допустимая степень самостоятельности менеджеров определяется минимальным уровнем прямого контроля руководством деятельности менеджера, достаточным для обеспечения эффективного управления. Снижение прямого контроля воз-

можно, во-первых, в случае роста стандартизации процессов или стабильности внешней среды [0], во-вторых, при наличии благоприятной деловой обстановки, в которой менеджер вынужден заботиться о сохранении деловой репутации и остерегаться оппортунистических действий.

## 2. Основные выводы

Задача (1) решена аналитически. Результаты проиллюстрированы диаграммами изменения параметров многоуровневой организации. Ниже изложены содержательные интерпретации полученных результатов. Они соответствуют выводам, приведенным во многих работах по менеджменту, исходя из эмпирических соображений (см., например, [0]), что позволяет говорить об адекватности модели реальным организациям.

1. Устоявшиеся сферы бизнеса с достаточным уровнем самостоятельности менеджеров (стандартными процессами, стабильной внешней средой или благоприятной деловой обстановкой) способствуют построению многоуровневых организаций. Наоборот, в быстро меняющейся или сложной среде, в которой проблематично стандартизовать процессы, а также при неблагоприятной деловой обстановке оптимальны организации с небольшой иерархией или индивидуальные предприниматели.

2. Высокий профессионализм менеджеров позволяет создавать многоуровневые организации даже в сложных (нестандартных) сферах деятельности, динамичной внешней среде или при неблагоприятной деловой обстановке.

3. Рост самостоятельности и/или профессионализма менеджеров приводит к расширению многоуровневой организации за счет роста количества исполнителей. При этом в случае неспециализации исполнителей их характеристики практически не сказываются на виде оптимальной организации – определяющую роль играет менеджмент. В случае более профессиональных исполнителей их влияние на вид оптимальной организации значительно возрастает.

4. При увеличении привлекательности рыночной ниши (нормы прибыли по отношению к затратам) становятся опти-

мальными многоуровневые иерархии все большего размера за счет добавления новых исполнителей и менеджеров без изменения характеристик их работы (за счет “механического роста”).

5. При росте самостоятельности менеджеров многоуровневая организация растет не только в “ширину” (за счет увеличения числа исполнителей), но и в “высоту” за счет снижения числа подразделений, которыми руководит один менеджер. При росте профессионализма менеджеров многоуровневая организация увеличивается только за счет роста в “ширину”, рост иерархии в “высоту” замедляется за счет увеличения числа подразделений, которыми руководит один менеджер.

## Литература

1. ВОРОНИН А.А., МИШИН С.П. *Алгоритмы поиска оптимальной структуры организационной системы* // *АиТ*. 2002. №5. С. 120–132.
2. ВОРОНИН А.А., МИШИН С.П. *Модель оптимального управления структурными изменениями организационной системы* // *АиТ*. 2002. №8. С. 136–150.
3. ВОРОНИН А.А., МИШИН С.П. *Оптимальные иерархические структуры*. М.: ИПУ РАН, 2003.
4. ГУБКО М.В. *Математические модели оптимизации иерархических структур*. М.: ЛЕНАНД, 2006.
5. ГУБКО М.В. *Структура оптимальной организации континуума исполнителей* // *АиТ*. 2002. №12. С. 116–130.
6. МИШИН С.П. *Оптимальное стимулирование в многоуровневых иерархических структурах* // *АиТ*. 2004. №5. С. 96–119.
7. МИШИН С.П. *Оптимальные иерархии управления в экономических системах*. М.: ИПУ РАН, 2004.
8. MINTZBERG H. *The Structuring of Organizations*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1979.



# РОЛЬ НЕМАТЕРИАЛЬНЫХ АКТИВОВ (ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА) В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕХОДА НА НОВЫЙ УРОВЕНЬ АДЕКВАТНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ

**Клепарский В.Г., Клепарская Е.В.**  
(Институт проблем управления РАН, Москва)  
kleparvg@ipu.ru

Ключевые слова: нематериальные активы, адекватное управление.

## **Введение**

В настоящее время все большую долю прироста ВВП развитых стран обеспечивает реализация адекватного (соответствующего назначению системы, ее потенциалу и текущей обстановке) управления системами социально-экономической природы. Именно адекватным управлением (вырабатываемым всеми уровнями управленческой и исполнительной иерархии) обеспечивается целенаправленное использование инвестиций, трудовых ресурсов и исходных материалов, позволяя добиться высокой рентабельности функционирования системы и, соответственно, успеха в конкурентной борьбе. Выявление и оценка составляющих адекватного управления и, в первую очередь, составляющих, связанных с влиянием нематериальных активов, определяемых квалификацией и трудовой мотивацией работников (человеческим капиталом в широком смысле этого слова), приобретает при этом важное прикладное значение. В настоящей работе с использованием основных положений нелинейной динамики предприятия (см. [1]) предлагается оценка влияния нематериальных активов на функционирование предприятий черной металлургии России в процессе перехода на новый уровень адекватного управления в период после экономического дефолта 1998 г.

## **1. Исходные представления**

Анализ графиков производства основных видов продукции черной металлургии в России (см. рис. 1., графики построены по данным [2,3].) показывает, прежде всего, что падение производства в черной металлургии России составило за 1991-1997 гг. почти 43%. При этом тяжелое финансовое положение, сложившееся в результате развала плановой экономики, не позволяло реализовать организационную и технологическую перестройку, отвечающую новым социально-экономическим условиям. Сопоставление графиков производства основных видов продукции (рис. 1) и динамики изменения объема источников и направления потоков финансирования черной металлургии в России (см. рис. 2., графики построены по данным [2,3]) позволяет предположить, что резкий рост производства в первые годы (особенно в 1999 и 2000 гг.) после дефолта 1998 г. не был связан со значительными капиталовложениями. Достаточно заметный рост инвестиций в основной капитал предприятий черной металлургии начался, как это следует из представленных на рис. 2 графиков лишь после 2003 г. Обусловленный возросшими капиталовложениями второй этап роста производства имеет, однако, существенно меньший процент прироста. Результаты анализа графиков, представленных на рис. 1 и 2, позволяют предполагать, что основной причиной интенсивного роста производства в первый период после дефолта 1998 г. было умелое, соответствующее создавшейся ситуации и потенциалу предприятий (адекватное) управление. Поскольку это управление было реализовано в условиях использования старого, в достаточной мере изношенного оборудования основным фактором выхода на режим адекватного управления можно считать влияние успешного использования нематериальных активов - человеческого капитала.

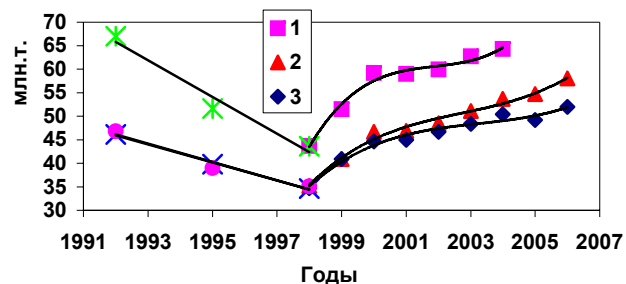


Рис. 1. Производство основных видов продукции черной металлургии в России, млн. тонн. 1 – сталь, 2 – готовый прокат, 3 – чугун.

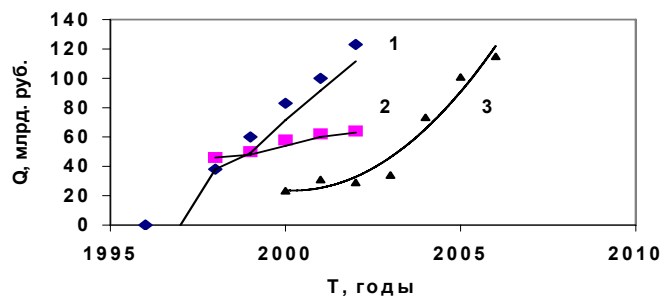


Рис. 2. Динамика изменения объема источников и потоков финансирования по предприятиям черной металлургии. 1 – собственные средства, 2 – заемные и привлеченные средства, 3 – инвестиции в основной капитал

Выявление и оценка составляющих адекватного управления, связанных с использованием человеческого капитала, является целью настоящей работы.

## 2. Основные модельные представления

Успешно управляемое предприятие в процессе своего “направленного” развития – в направлении снижения затрат на производство, реализацию продукции и воспроизводство затраченных ресурсов – выделяет в качестве критерия адекватности управления такой хорошо фиксируемый конечный результат успешного функционирования предприятия как увеличение продукции, пользующейся спросом, и, соответственно, увеличение объема продаж. Использование основных положений нелинейной динамики предприятий – самоорганизующихся систем социально-экономической природы – позволяют свести задачу идентификации достигнутого уровня адекватного управления, во-первых, к проблеме формирования системой и окружающей средой соответствующего конечномерного притягивающего многообразия – аттрактора и, во-вторых, к проблеме отслеживания системой – предприятием центральной линии зоны аттракции (см., например, [1]). В работе [1] было предложено по данным наблюдения за сравнительно небольшим числом достаточно близких по объему продаж предприятий какой-либо одной отрасли (данные ежегодного роста объема продаж) получить профиль кривой плотности распределения вероятности (ПРВ) для роста объема продаж, а, тем самым, и профиль зоны аттракции. Оценка достигнутого уровня адекватности управления может быть выполнена путем оценки стандартного отклонения  $\sigma$  от центральной линии аттрактора.

Для иллюстрации данного положения на рис. 3 воспроизведены (по данным [1]) графики зависимостей ПРВ  $p(r/s_0)$  ежегодного роста объема реализации  $r \equiv \ln(S_1/S_0)$  для металлургических компаний России за 1999 г. Здесь  $S_1$  и  $S_0$  – объем реализации за два последующих года и  $s_0 = \ln S_0$ . Представленные графики показывают, что кривая ПРВ  $p(r/s_0)$  ежегодного роста объема реализации для крупнейших металлургических компаний заметно уже тех же кривых для “средних” и сравнительно “мелких” предприятий черной металлургии. При этом среднее значение достигнутого уровня роста объема реализации  $r \equiv \ln(S_1/S_0)$ ,

т.е. “стрезень” канала аттракции, лежит в зоне существенно больших (по сравнению с достигнутыми “средними” и сравнительно “мелкими” предприятиями) значений ежегодного роста объема реализации продукции.

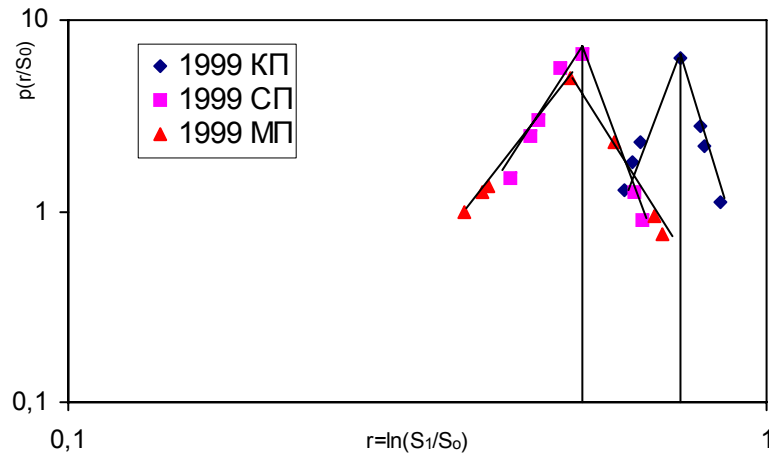


Рис. 3. Плотность распределения  $p(r/s_0)$  ежегодного роста объема реализации  $r = \ln(S_1/S_0)$  для металлургических компаний России за 1999 г. КП – крупнейшие предприятия, СП – “средние”, МП – сравнительно “мелкие” предприятия.

Поскольку эффективная “ширина” кривой  $p(r/s_0)$ , т.е. величина стандартного отклонения  $\sigma(s_0)$  изучаемой группы предприятий, характеризует достигнутую степень адекватности управления, можно утверждать, что крупнейшие металлургические компании России сумели наилучшим образом использовать ситуацию, сложившуюся в результате дефолта 1998 г. и вышли на более высокий (по сравнению со “средними” и “мелкими” предприятиями черной металлургии) уровень адекватного управления.

### 3. Результаты исследования и их обсуждение

Для оценки влияния инвестиционных потоков и нематериальных активов (человеческого капитала) на рост объема продаж было проведено изучение динамики расхождений значений стандартного отклонения  $\sigma(s_0)$  с использованием графиков ПРВ  $p(r/s_0)$  ежегодного роста объема реализации  $r = \ln(S_1/S_0)$  для металлургических компаний России за период с 1996 г. по 2005 г.. Графики ПРВ  $p(r/s_0)$  строились по методике, предложенной в [1], по данным, публикуемым ежегодно в журнале “Эксперт”.

Анализ динамики расхождений значений стандартного отклонения  $\sigma(s_0)$  (см. рис. 4) позволяют заметить, прежде всего, достаточно резкое (бифуркационного типа) снижение значений  $\sigma(s_0)$  в первые “последефолтные” годы для всех предприятий черной металлургии.

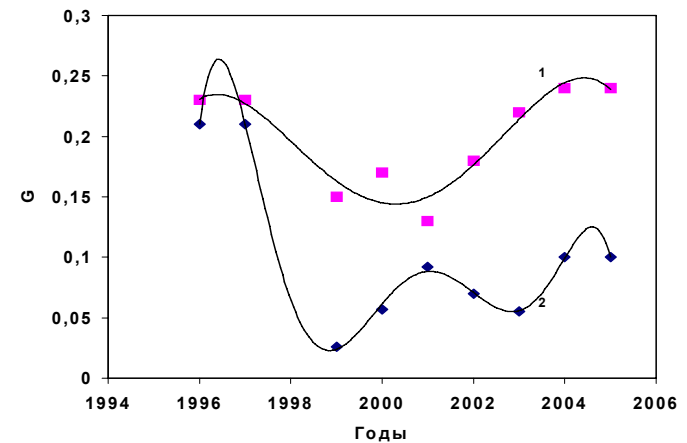


Рис. 4. Динамика расхождений значений стандартного отклонения  $\sigma(s_0)$  1 – для основной массы предприятий (объем реализации  $S_0 < 0,5 \cdot 10^9$  руб.), 2 – для наиболее крупных ( $S_0 > 1,1 \cdot 10^9$  руб.)

Одновременно, как это видно из графиков, представленных на рис. 1, имел место резкий подъем объема продаж продукции.

Затем, примерно к 2003 г., величина значений стандартного отклонения  $\sigma(s_0)$ , т.е. уровень адекватности управления, для основной массы предприятий релаксировала на “предефолтный” уровень, а для крупнейших предприятий - на уровень примерно в два раза меньший исходного. Поскольку в период с 1998 г. по 2000 г. не было отмечено существенных вложений в основные производственные фонды предприятий, наблюдаемый рост продукции может быть объяснен, в основном, существенным изменением уровня адекватности управления, что могло быть достигнуто, в основном, лучшим использованием нематериальных активов.

Для визуализации этого объяснения на рис. 5 был построен график приращения выпуска готового проката  $\Delta Pr$  в зависимости от изменений эффективной “ширины” канала аттракции  $\Delta\sigma$  за предшествующий год. Можно заметить, что примерно двукратное (для крупнейших предприятий) снижение значений  $\sigma(s_0)$  повлекло за собой достаточно заметное (примерно на 3 млн. тонн) увеличение производства готового проката. Такого же типа зависимость была получена и для производства стали.

Как можно заметить из анализа графиков, представленных на рис. 1 и рис. 2, происшедшее в период с 2003 по 2006 гг. приращение продукции готового проката примерно на 7 млн. тонн при практически одинаковом уровне адекватности управления потребовало примерно 4-х кратного увеличения инвестиций в основные фонды предприятий. Такое явление снижения эффективности функционирования можно объяснить релаксацией трудового энтузиазма первых “последефолтных” годов, когда собственники стали получать на порядок большую долю добавленной стоимости, чем низшие уровни исполнительской иерархии предприятий.

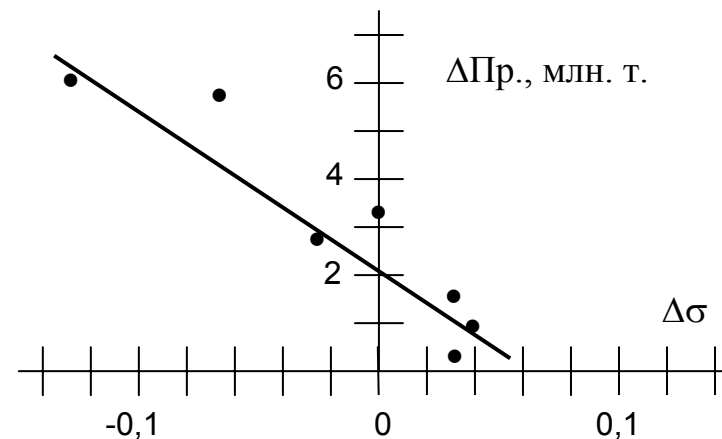


Рис. 5. Влияние изменения эффективной ширины канала аттракции (величины стандартного отклонения  $\sigma(s_0)$ ) графиков ПРВ  $p(r/s_0)$ ) для крупнейших предприятий на рост выпуска готового проката  $\Delta Pr$ .

### Литература

1. КЛЕПАРСКИЙ В.Г., КЛЕПАРСКАЯ Е.В. *Введение в нелинейную динамику предприятия – саморазвивающейся социально-экономической системы*. М.: ИПУ РАН 2007. – 66 с.
2. ПАЛЬШИН К. *Черным по-белому* // Итоги. 2006 №49, с. 50-54.
3. СУХОВЕРХОВА Ж.В. *Механизм эффективного управления предприятиями черной металлургии*. М.: МАКС Пресс, 2005. – 219 с.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ СИТУАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «РАСЩЕПЛЕННЫХ» КОГНИТИВНЫХ КАРТ

Корноушенко Е.К.

(Институт проблем управления РАН, Москва)

ekorno@mail.ru

Ключевые слова: когнитивная карта, взаимовлияния факторов, транзитивное замыкание, состояние ситуации.

## Введение

Ключевым моментом при построении когнитивных моделей является выбор механизма взаимодействия влияний от разных факторов, приходящих на каждый фактор модели. В когнитивной карте, по определению, такой механизм не отображен, однако выбор того или иного механизма определяет модельную динамику исследуемой ситуации. В работах [1, 2, 3] предлагались различные варианты такого взаимодействия, но без должного обоснования (которое вряд ли возможно в принципе). Отличительной особенностью предложенного здесь подхода является отказ от операции сложения положительных влияний с отрицательными влияниями в силу неизвестности механизма такого сложения. Исходная когнитивная карта «расщепляется» специальным образом, так что в процессе распространения влияний по различным путям от фактора к фактору нигде не происходит суммирования положительных и отрицательных влияний: положительные влияния и отрицательные влияния суммируются по отдельности, что не кажется слишком надуманным предположением. При этом элементам «расщепленной» матрицы результирующих влияний (матрицы транзитивного замыкания [2, 4]) сопоставляются интервалы возможных значений результирующих (непосредственных и опосредованных) влияний фактора на фактор, эти интервалы учитывают наличие возможных и положительных, и отрицательных результирую-

щих влияний. Таким образом, в описываемой ниже интервальной постановке используются интервальные оценки силы влияния фактора на фактор, включающие в себя «точечные» оценки, получаемые с использованием тех или иных «точечных» моделей взаимодействия факторов, «вкладываемых» в интервальную версию. При этом такие «точечные» модели, являющиеся субъективным ограничением реальности, становятся фактически ненужными.

## 1. Расщепление когнитивной карты

Пусть для исследуемой ситуации составлена обычная когнитивная карта, ненулевые элементы строк которой указывают, какие факторы воздействуют на фактор, соответствующий данной строке. Для выделения положительных и отрицательных путей между факторами используется следующий прием, описанный, в частности, в книге [4]. Каждая строка (столбец) исходной когнитивной карты порядка  $n$  расщепляется на две строки (столбца), так что каждой клетке размера  $1 \times 1$  исходной карты соответствует клетка размера  $2 \times 2$  расщепленной когнитивной карты. При этом:

- если  $(i, j)$ -элемент исходной карты имеет знак «+», то этот элемент ставится на главной диагонали соответствующей  $2 \times 2$ -клетки;
- если  $(i, j)$ -элемент исходной карты имеет знак «-», то этот элемент ставится на антидиагонали соответствующей  $2 \times 2$ -клетки.

Расщепленная таким образом карта обладает тем свойством, что при возведении её в  $s$ -ю степень указанная структура расщепленной матрицы сохраняется, т.е. при возведении расщепленной карты в степень положительные и отрицательные влияния фактора на фактор четко разделяются. Положительные и отрицательные влияния фактора на фактор, передающиеся по путям длины не большей  $s$ , определяются как значения соответствующих ненулевых элементов матрицы

$$A + A^2 + A^3 + \dots + A^s,$$

где  $A$  – матрица смежности расщепленной карты, построенной указанным выше образом. Как и в случае обычной когнитивной карты, для обеспечения сходимости степенного ряда по степеням матрицы  $A$  исходная матрица  $A$  умножается на стабилизирующий коэффициент  $k_{cma\bar{o}}$ ,  $0 < k_{cma\bar{o}} < 1$ . Для учета влияния всех факторов на каждый фактор с учетом сходимости степенного ряда по  $A$  достаточно выбрать  $s = n - 1$ , где  $n$  – число факторов в исходной когнитивной карте. Обозначим

$$Q = A + A^2 + A^3 + \dots + A^{n-1}.$$

Каждой «элементарной»  $(i, j)$ -подматрице  $Q_{ij}$  порядка  $2 \times 2$  с элементами  $q_{ij}^-$  и  $q_{ij}^+$  можно поставить в соответствие интервал  $[q_{ij}^-, q_{ij}^+]$ , граничные точки которого указывают на предельные значения силы результирующих положительных и отрицательных влияний (непосредственных и опосредованных) фактора  $x_i$  на фактор  $x_j$ .

## 2. Понятие исходного состояния ситуации

Зададимся некоторым временным интервалом  $T$ , на котором аналитик «способен» оценить тенденцию изменения каждого фактора системы. Так, для финансово-экономических показателей предприятия величина минимального интервала  $T$  определяется поступлениями данных управленческого учета (если эти данные поступают в конце каждого дня, то  $T$  выбирается равным одному дню и т.д.). Для оценки тенденций изменения «более инерционных» показателей (например, потребительского спроса)  $T$  можно выбрать равным неделе и т.д. На выбранном интервале  $T$  для каждого фактора системы определяются подынтервалы, на которых фактор: а) возрастает, б) убывает; в) остается неизменным. Далее определяются доли  $d_a$ ,  $d_b$ ,  $d_v$  подынтервалов типа а), б), в) в интервале  $T$  и выбирается максимальная доля. Абсолютное значение данного фактора на интервале  $T$  полагается равным этой доле, а знак значения совпадает со знаком тенденции изменения данного фактора на подынтервалах, относящихся к этой доле. **Исходное** (перед моделированием)

**состояние системы** есть вектор, координатами которого являются факторы системы, а значения факторов на каждом временном интервале длины  $T$  определяются так, как описано выше. Это исходное «точечное» состояние превращается в интервальное путем расщепления.

Определим модельное понятие перехода ситуации из одного интервального состояния в другое состояние.

Пусть интервальное состояние ситуации в момент времени  $t_1$  есть  $X(t_1)$ . Граничные точки  $x_j^\pm(t_2)$  интервала-оценки для  $j$ -й координаты состояния, в которое переходит состояние  $X(t_1)$  с учетом всех влияний (непосредственных и опосредованных) фактора на фактор определяются как:

$$(1) x_j^\pm(t_2) = \sum_{i \in I} q_{ji}^\pm x_i^\pm(t_1),$$

где  $I$  – множество номеров факторов, непосредственно влияющих на фактор  $x_j$ ,  $t_2$  – момент времени, к которому влияния от каждой координаты состояния  $X(t_1)$  «успевают» распространиться по всему графу взаимовлияний факторов. Запись  $x_i^\pm(t_1)$  обозначает, что: а) каждая координата  $x_i(t_1)$  вектора  $X(t_1)$  расщепляется так же, как и когнитивная карта, на две координаты, одна из которых является положительной (или нулевой) координатой вектора  $X(t_1)$ , а вторая – отрицательной (или нулевой), б) умножение элементов  $q_{ji}$  транспонированной матрицы  $Q$  на «концевые» значения интервалов  $x_i^\pm(t_1)$  производится обычным образом. Структуры расщепленных матрицы  $Q$  и вектора  $x_i(t_1)$  гарантируют, что при вычислении граничных точек интервала  $x_j^\pm(t_2)$  согласно (1) не происходит сложения разнознаковых произведений-слагаемых. В итоге состоянию  $X(t_1)$  можно поставить в соответствие интервальное состояние  $X(t_2) = Q \bullet X(t_1)$ , содержащее в себе всю совокупность «точечных» состояний-преемников, в каждое из которых, в принципе, может перейти какое-либо «точечное» состояние из исходного состояния  $X(t_1)$ . Здесь знак “ $\bullet$ ” обозначает операцию умножения расщепленной матрицы  $Q$  на интервальный вектор  $X(t_1)$ , представленный также в расщепленном виде. Таким образом, использование расщеп-

ленной когнитивной карты превращает линейные уравнения динамики, рассматриваемые в [1, 2], в линейные интервальные уравнения.

Недостатком интервальных уравнений динамики является довольно быстрое (по шагам процедуры) расширение интервалов-координат последовательных состояний ситуации. Сужение этих интервалов производится на каждом шаге активными участниками ситуации в процессе их взаимодействия (см. [5]).

### **Литература**

1. РОБЕРТС Ф. *Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам.* – М.: Наука, 1986. – 325 с.
2. МАКСИМОВ В.И., КОРНОУШЕНКО Е.К. *Аналитические основы применения когнитивного подхода при решении слабоструктурированных задач.* / Труды ИПУ РАН. Т. 2, 1999, с.65-74.
3. КУЛИНИЧ А.А. *Методология когнитивного моделирования сложных плохо определенных ситуаций.* / Избранные труды Второй международной конференции по проблемам управления, Москва, ИПУ, 17-19 июня 2003 г., с. 219-227.
4. СИЛОВ В.Б. *Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке.* - М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 338 с.
5. КОРНОУШЕНКО Е.К. *Моделирование взаимодействий участников с использованием расщепленной когнитивной карты* (см. настоящий сборник).

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ УЧАСТНИКОВ СИТУАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСЩЕПЛЕННОЙ КОГНИТИВНОЙ КАРТЫ**

**Корноушенко Е.К.**

*(Институт проблем управления РАН, Москва)*

ekorno@mail.ru

Ключевые слова: расщепленная когнитивная карта, целевые и управляющие факторы, интересы участников

### **Введение**

Моделированию взаимодействия активных участников ситуации с соблюдением их интересов посвящено большое количество работ как отечественных, так и зарубежных. Настоящий доклад продолжает работы автора [1,2], в которых интересы каждого участника представляются в виде его отношения (позитивное – негативное) к изменениям тех или иных факторов ситуации. В докладе [3] введено понятие расщепленной когнитивной карты как расширение обычного понятия когнитивной карты, позволяющее «обойти» трудноразрешимую проблему сложения разнознаковых влияний в уравнениях динамики ситуации, но платой за это является переход от «точечных» значений факторов на каждом шаге процедуры моделирования к соответствующим интервальным значениям. В настоящем докладе рассматривается процедура взаимодействия участников, в ходе которой каждый из участников «пытается» с помощью своих корректирующих воздействий уменьшить те части интервальных координат текущего состояния, попадание в которые противоречит его интересам.

## 1. Основные понятия: цели и управляющие воздействия участника

Целевыми факторами участника в момент  $t$  являются элементы некоторого подмножества  $Z(t)$  факторов исходной когнитивной карты, такое, что у участника есть четкое мнение о желательности или нежелательности тех или иных изменений факторов из  $Z(t)$  к моменту  $t$ . Цель участника в момент  $t$  состоит в обеспечении благоприятных для него изменений целевых факторов из  $Z(t)$  к моменту  $t$ . Формально отношение участника к изменению целевых факторов к моменту  $t$  отображается в виде знакового вектора (вектора ОИФ [1,2])  $R(t) = (r_1(t), r_2(t), \dots, r_n(t))$ , в котором каждая координата  $r_i(t)$ ,  $i = 1, \dots, n$ , равна +1(-1), если возрастание фактора  $x_i$  к моменту  $t$  расценивается участником как благоприятное (неблагоприятное) для него, и 0, если изменение фактора  $x_i$  к моменту  $t$  безразлично для участника.

Управляющими факторами для участника назовем те факторы, значения которых он может изменять в соответствии со своими целями с использованием управляющих (корректирующих) воздействий, которые определяются следующим образом. Пусть  $X(t_1)$  - интервальное<sup>1</sup> состояние ситуации в момент  $t_1$ , а  $X(t_2)$  - аналогичное состояние в момент  $t_2$ , в которое перешла бы ситуация из состояния  $X(t_1)$  «сама по себе», без введения корректирующих воздействий. По определению, корректировка должна уменьшать положительные конечные значения интервалов-координат и увеличивать их отрицательные значения. Обозначим через  $X(t_2)$  – «неблагоприятный» для участника «точечный»  $n$ -вектор, в котором каждая координата  $x_i(t_2)$  определяется следующим образом. Если знак конечного значения интервала  $x_i(t_2)$  в векторе  $X(t_2)$  противоположен знаку  $i$ -го элемента  $r_i(t_2)$  вектора ОИФ  $R(t_2)$ , то координата  $x_i(t_2)$  приравнивается этому конечному значению. Пусть  $M$  – транспонированная матрица

<sup>1</sup> Динамика развития ситуации представляется интервальными уравнениями в силу использования расщепленной когнитивной карты (см. [3]).

смежности исходной когнитивной карты,  $QM$  – её транзитивное замыкание и  $QM^+$  – псевдообратная матрица для  $QM$ . «Точечный» вектор  $U(t_1)$  искомых корректировок, вводимый в упреждающий момент  $t_1$ , определяется как

$$(1) U^*(t_1) = QM^+ X^*(t_2).$$

Затем найденный вектор  $U^*(t_1)$  путем расщепления превращается в интервальный вектор  $U(t_1)$ . Интервальные оценки для координат скорректированного текущего состояния  $X_{корр}(t_2)$  определяются как

$$(2) X_{корр}(t_2) = Q \bullet X(t_1) \div Q \bullet U(t_1).$$

При этом при операции вычитания « $\div$ » из конечных значений интервалов–координат вектора  $Q \bullet X(t_1)$ , равного  $X(t_2)$ , вычитаются соответствующие конечные значения интервалов–координат вектора  $Q \bullet U(t_1)$ . Такое определение вычитания соответствует смыслу корректировки как способа исправления нежелательных с позиций участника тенденций в развитии ситуации.

## 2. Моделирование взаимодействия участников в процессе достижения ими своих целей

Пусть имеются  $K$  участников, располагающих общей для всех информацией о взаимодействии факторов в виде единой когнитивной карты ситуации. Будем считать, что для каждого из участников в терминах исходной когнитивной карты: указано множество целевых факторов и определена цель как желаемое изменение каждого целевого фактора в соответствии с вектором ОИФ, а также определена совокупность управляющих факторов.

Вначале каждый из участников формирует свой набор корректировок с учетом своих интересов так, как описано выше. Взаимодействие участников выявляется на этапе корректировки текущего состояния ситуации, а именно – найденные интервальные вектора корректировок для каждого из участников складываются по правилу интервальной арифметики, результатом чего является интервальный вектор  $U_{общ}(t_1)$ . Результирующее интервальное состояние  $X_{корр}(t_2)$ , в которое перейдет ситуация из



интервального состояния  $X(t_1)$  с учетом корректировок участников, определяется как

$$X_{\text{корр}}(t_2) = Q \bullet X(t_1) \div Q \bullet U_{\text{общ}}(t_1).$$

Наиболее интересны случаи такого взаимодействия участников, при котором возникает *синергетический эффект*, т.е. когда положительный (для каждого из участников) эффект от совместной корректировки всякого текущего состояния ситуации превосходит по степени «благоприятности» положительные эффекты от каждой из корректировок, осуществляемых по отдельности каждым из участников.

### Литература

1. КОРНОУШЕНКО Е. К., МАКСИМОВ В. И. *Структуризация целенаправленного взаимодействия участников в сложных ситуациях* / Сборник докладов 1-й международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций (CASC-2001)», т. 2. М.: ИПУ РАН, 2001. - С. 118-135
2. КОРНОУШЕНКО Е. К. *Формальный подход к поиску консенсуса в ситуациях с противоречивыми интересами участников*. / Сборник докладов 5-й международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» (CASC'2005), М.: ИПУ РАН,, 17-18 октября 2005 г., С.93-106.
3. НОВИКОВ Д.А. *Игровые задачи управления* / Сборник докладов
3. КОРНОУШЕНКО Е. К. *Моделирование ситуаций с использованием «расщепленных» когнитивных карт* (см. настоящий сборник).

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОГО РАЗРУШЕНИЯ СИСТЕМ

**Кочкаров А.А., Кочкаров Р.А.**

*(Институт прикладной математики*

*им. М.В. Келдыша РАН,*

*Финансовая Академия при правительстве РФ, Москва)*

azret\_kochkarov@mail.ru, rasul\_kochkarov@mail.ru

Ключевые слова: системы, теоретико-графовые операции, теоретико-графовое моделирование, управление.

Изменения, происходящие в структуре сложной системы, могут быть описаны простейшими теоретико-графовыми операциями [1]: стягивание ребра, удаление (добавление) ребра, удаление (добавление) вершины. Изменения структуры системы могут быть разовыми, а могут быть постоянными. Для второго случая, разумно, ввести понятие *структурной динамики* [2] – изменение структуры системы с течением времени. Несомненно, для описания структурной динамики лучше всего подходит аппарат теории графов.

В настоящей работе предложена *модель структурного разрушения системы*.

Обозначим через  $G = (V, E)$  – граф соответствующий структуре исследуемой системы,  $V$  – множество вершин,  $E$  – множество ребер графа  $G$ . Каждой вершине  $v \in V$  припишем веса  $w(v)$  и  $\bar{w}(v)$ , отражающие *текущую загрузку и предельную загрузку* элемента системы. В случае, когда текущая загрузка  $w(v)$  элемента системы достигает предельного значения  $\bar{w}(v)$ , то элементы системы выходит из строя. А проходящие через него потоки перераспределяются по “соседним” элементам системы. Выход из строя элемента системы в теоретико-графовой терминологии соответствует удалению из графа системы вершины с инцидентными ей ребрами. А перераспреде-

ние весов в тривиальном случае соответствует равному разделению веса  $\bar{w}(v)$  удаленной вершины по вершинам, смежным с удаляемой.

Структурное разрушение, вообще говоря, процесс динамический. Не нарушая общности, будем считать, что  $w_t(v)$  – текущая нагрузка вершины  $v \in V$  в момент времени  $t = 1, 2, 3, \dots, T, \dots$ . Если через  $\tilde{V}_t = \{\tilde{v}_j^t\} \subseteq V$ ,  $j = 1, 2, 3, \dots, |\tilde{V}_t|$ , обозначить множество вершин вышедших из строя в момент времени  $t$ , т.е. те, у которых  $w_t(v_j) \geq \bar{w}(v_j)$ , а через  $\xi(\tilde{v}_j^t) = \{v_i^j\}$  – окружение вершины  $\tilde{v}_j^t$  (или множество вершин смежных с вершиной  $\tilde{v}_j^t$ ),  $|\xi(\tilde{v}_j^t)| = \deg \tilde{v}_j^t$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, |\xi(\tilde{v}_j^t)|$ , то процесс структурного разрушения формально будет выглядеть следующим образом.

В момент времени  $t = 0$  необходимо произвести проверку по всем вершинам  $v \in V$ , и сформировать множество  $\tilde{V}_1$  из вершин, для которых справедливо  $w_0(\tilde{v}_j) \geq \bar{w}(\tilde{v}_j)$ . Во все последующие моменты времени  $t = 1, 2, 3, \dots, T, \dots$  следует воспользоваться правилом  $w_{t+1}(v_i^j) = w_t(v_i^j) + \varepsilon_j \cdot \bar{w}(\tilde{v}_j)$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, |\xi(\tilde{v}_j^t)|$ ,  $j = 1, 2, 3, \dots, |\tilde{V}_t|$ . Если  $w_{t+1}(v_i^j) \geq \bar{w}(v_i^j)$ , то вершина  $v_i^j$  удаляется из графа  $G$  и  $\tilde{V}_{t+1} + v_i^j$ .

Коэффициент  $\varepsilon_j$  – параметр распределения загрузки. Параметр распределения загрузки может зависеть от различных факторов, в простейшем случае он равномерно распределяет предельную нагрузку удаляемой вершины по соседним, т.е. для каждой вершины  $\tilde{v}_j$  вычисляется  $\varepsilon_j = \frac{1}{\deg \tilde{v}_j^t}$ . Структурное

разрушение при параметре распределения загрузки  $\varepsilon_j = \frac{1}{\deg \tilde{v}_j^t}$

будем называть *равномерным*.

Процесс структурного разрушения следует продолжать до тех пор, пока система не перейдет в *критическое состояние*  $\mathfrak{Z}$ , т.е., когда перестанет выполнять возложенные на нее функции.

Критическое состояние  $\mathfrak{Z}$  определяется исходя из особенностей моделируемой системы. Например, система может считаться пребывающей в критическом состоянии, если из ее структуры удален, хотя бы один элемент (вершина), или система может считаться функционирующей, если ее структура после удаления элементов все еще остается связной. В настоящей работе будут рассмотрены различные *критерии отказа* системы (перехода в состояние отказа системы) или, иначе, *критерии разрушения*.

Основная задача моделирования структурного разрушения системы – выяснить, при каких условиях система может перейти в критическое состояние (начальные причины повреждения системы могут быть как внутренние, так и внешние). Переход системы в критическое состояние означает, что в системе начался процесс структурного разрушения, но это не значит, что система окончательно прекратила функционировать. Систему можно считать вышедшей из строя только в том случае, когда изменения, произошедшие в структуре системы, будут соответствовать критериям отказа. Поэтому одной из основных характеристик в модели структурного разрушения будет служить *время  $T_{cr}$  структурного разрушения*, отражающее длительность самого процесса структурного разрушения.

Для исследования процесса структурного разрушения систем с “простой” структурой целесообразно использовать следующие критерии отказа.

*Критерий связности  $\sigma_1(k)$* . Система считается вышедшей из строя, если нарушена связность ее структуры при удалении вершин. Критерий связности  $\sigma_1(k)$  зависит от одного парамет-

ра:  $k$  – число удаленных вершин в начальный момент времени структурного разрушения.

*Компонентный критерий  $\sigma_2(k, m)$ .* Система считается вышедшей из строя, если число компонент в структуре системы при ее разрушении станет больше заданного числа  $m$ . Компонентный критерий  $\sigma_3(k, m)$  выхода системы из строя зависит от двух параметров: от  $k$  – числа удаленных вершин в начальный момент времени структурного разрушения, и  $(m-1)$  – максимально допустимого числа компонент структуры при ее разрушении.

*Диаметральный критерий  $\sigma_3(k, D)$ .* Система считается вышедшей из строя, если диаметр хотя бы одной из компонент структуры системы в процессе разрушения окажется меньше заданного числа  $D$ . Диаметральный критерий  $\sigma_2(k, D)$  выхода системы из строя зависит от двух параметров: от  $k$  – числа удаленных вершин в начальный момент времени структурного разрушения, и  $D$  – минимально допустимого диаметра компонент структуры при ее разрушении.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 07-01-00618) и РГНФ (проект № 05-03-03188).

### **Литература**

1. ЕМЕЛИЧЕВ В.А., МЕЛЬНИКОВ О.И., САРВАНОВ В.И., ТЫШКЕВИЧ Р.И. *Лекции по теории графов.* – М.: Наука, 1990.
2. КОЧКАРОВ А.А., МАЛИНЕЦКИЙ Г.Г. *Обеспечение стойкости сложных систем. Структурные аспекты.* – М., 2005. (Препринт / Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН: № 53) 34 с.

## **АЛГОРИТМ ОБЪЯСНЕНИЯ ПРОГНОЗОВ РАЗВИТИЯ СИТУАЦИИ В КАЧЕСТВЕННЫХ КОГНИТИВНЫХ КАРТАХ**

**Кулинич А. А.**

*(Институт проблем управления РАН, Москва)*

kulinich@ipu.rssi.ru

Ключевые слова: качественные когнитивные карты, объяснение прогнозов развития ситуации.

### **Введение**

При принятии решений в слабоструктурированных ситуациях аналитики, опираясь на собственный опыт и интуицию, создают субъективную модель ситуации, основанную на экспертных оценках - знаниях. В таких ситуациях анализ и поддержка принятия решений основывается на методологии моделирования когнитивных карт [5].

Несмотря на то, что когнитивная карта построена самим экспертом и основывается на его знаниях, представления эксперта о возможном развитии ситуации могут не совпадать с результатом, полученным в модели. Убедиться в обоснованности результата моделирования, эксперт может, основываясь на дополнительной информации, которую должна сформировать система моделирования, объясняя процесс получения результата. В интеллектуальных системах применяются «как-объяснения», которые выдают пользователю информацию о процедуре получения решения в виде трассы движения по дереву вывода [4]. В этой работе исследованы вопросы получения как-объяснений прогнозов развития ситуации в качественных когнитивных картах.

### **1. Качественные когнитивные карты**

Качественная когнитивная карта определена знаковым оргграфом  $(F, W)$ , где  $F = \{f_i\}$  - множество факторов ситуации,  $W = |w_{ij}|$  - матрица смежности оргграфа,  $w_{ij} \in [-1, +1]$ . Для фактора  $f_i$  опре-

делено упорядоченное множество лингвистических значений  $Z_i$  и шкала как отображение этих значений в точки числовой оси,  $\varphi: Z_i \rightarrow X_i$ . Определены приращения значений факторов как разность значения фактора после и до приращения, т.е.  $p_i = x_i(t+1) - x_i(t)$ .

Развитие ситуации представляется в виде двумерного массива – матрицы прогноза –  $P' = [P(t+1)^T, \dots, P(t+n)^T]$ , где  $P(t), \dots, P(t+n)$ ,  $t=1, \dots, m$ , – векторы приращения факторов в последовательные моменты времени определяются из соотношения:  $P(t+1) = P(t) \circ W$ , где  $P(t)$  и  $P(t+1)$  – векторы приращений факторов в моменты времени  $t$  и  $t+1$ ;  $W$  – матрица смежности,  $\circ$  – правило вычисления вектора  $P(t+1)$  *max-product*.

Прогноз развития ситуации в качественной когнитивной карте представляется как вектор  $P_r = (p_{r1}, \dots, p_{rm})$ , элементы которого есть максимальные по строкам элементы матрицы прогноза  $P'$ , т.е.  $P_r = \max_i P'$  [3].

## 2. Объяснение прогноза развития ситуации

Задача объяснения прогноза развития ситуации заключается в нахождении цепочек правил, последовательное срабатывание которых приводит к получению прогнозных значений факторов ситуации  $P(t+n)$ . Эта задача сводится к нахождению максимальных положительного и (по модулю) отрицательного путей влияния в орграфе между факторами входного множества (факторами, имеющими ненулевые значения в начальном векторе приращений  $P(0)$ ) и любой вершиной орграфа  $f_j \in F$ .

Для нахождения объясняющих цепочек могут быть применены алгоритмы поиска всех путей в орграфе в глубину, ширину и др. [1]. В этой работе предложен иной метод нахождения объяснений прогнозов развития ситуации, основанный на анализе матрицы прогноза развития ситуации. Метод основан на доказанном утверждении: фактор, значение которого на любом шаге прогноза развития в матрице прогноза  $P'$  ситуации максимально, принадлежит пути с максимальным влиянием, т.е. объясняющей цепочке.

Тогда для генерации объясняющих цепочек выделяется фронт максимальных приращений значений факторов в матрице прогноза  $P'$ . Для этого в каждой строке матрицы  $P'$  оставляем максимальный элемент, а остальные элементы строки приравняются к нулю. Выделенные максимальные элементы, являются значениями факторов, включенных в цепочки объяснений прогнозных значений. Далее задача заключается в определении порядка следования этих значений и соответствующих им факторов в цепочке объяснений прогнозного значения любого фактора. Для определения порядка следования факторов в цепочке объяснения прогноза любого фактора разработан алгоритм, основанный на анализе матрицы с выделенными максимальными элементами  $P'_{max}$  и матрицы смежности орграфа  $W$  [2].

Предложенный метод получения объяснений прогнозов развития ситуации позволяет получать объяснения в больших когнитивных картах.

## Литература

1. КОРМЕН Т., ЛЕЙЗЕРСОН Ч., РИВЕСТ Р. *Алгоритмы: построение и анализ*. М.: МЦНМО, 2002. – с. 960.
2. КУЛИНИЧ А.А. *Объяснения в системах моделирования когнитивных карт. Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте / Сб. трудов IV-й Международной конференции (Коломна, 28-30 мая 2007 г.) т.2.*, М., Физматлит, 2007 – 483-490.
3. КУЛИНИЧ А.А., ТИТОВА Н.В. *Интегрированная модель поддержки принятия решений в условиях неопределенности / Труды Института проблем управления. Том 26. М.: ИПУ им. В.А. Трапезникова. 2005. стр. 19-38.*
4. ПОСПЕЛОВ Д.А. *Десять "горячих точек" в исследованиях по искусственному интеллекту / Интеллектуальные системы (МГУ). – 1996. – Т.1, вып.1-4. – С.47-56.*
5. AXELROD R. *The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites.* - Princeton. University Press, 1976.

## О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПСИХО-ИНФОРМАЦИОННЫХ ТИПОВ

Малюгин В.Д.

Институт проблем управления РАН

maluga@ipu.rssi.ru

Славгородская Е.Л

Московский педагогический университет

Ключевые слова: соционика, тип личности, двоичная булева алгебра

Управление людьми часто более сложно, чем управление в технике.

При организации работы малой группы, в ходе управления трудовым коллективом, во время налаживания контактов и для оказания влияния на партнера при переговорах, полезно знать психологические тип действующих лиц.

Интересный подход по классификации типов личностей предложен Аушрой Аугустиновичуте [1,2], а комплекс работ автора и ее последователей по исследованию взаимодействий различных типов личностей получил название соционика. Суть подхода в утверждении, что у каждого человека есть свой информационный метаболизм. Всего существует 16 вариантов метаболизма, каждый из них формирует специализированную информационную систему, названную типом личности.

Известны более ранние работы Карла Юнга по типологии личности [3], и хотя работы Аугустиновичуте продолжают исследование Юнга, тем не менее, классификации не тождественны. У Юнга присутствуют 3 шкалы вида  $2 \times 2 \times 4$ , а у Аугустиновичуте 4 двоичных шкалы  $2 \times 2 \times 2 \times 2$ , и хотя число типов в обоих случаях равно 16, они не тождественны. Так как в обеих классификациях есть по две одинаковых шкалы: (рационал, иррационал) и (экстраверт, интроверт), то необходимо договориться о каком-то отождествлении 4 юнговских функций: интуи-

ция, мышление, чувство, ощущение с четырьмя соционическими парами: интуит – интроверт, интуит-экстраверт, сенсорик – интроверт, сенсорик-экстраверт. Такое отождествление нам неизвестно, поэтому сопоставим эти четверки друг другу, как они приведены.

Темой нашего исследования будет не столько сама соционика, сколько исходная формальная модель, предложенная в соционике.

Ныне существует много интересных работ по соционике (сошлемся хотя бы на [4,5]) и для них характерны следующие признаки:

- свободное упоминание предшественников без строгой системы ссылок;
- отсутствие “психологической” статистики, подтверждающей аксиомы и выводы соционики;
- игнорирование известных математических “наработок” прикладного плана;
- отсутствие единой терминологии.

Ниже рассмотрим ряд положений соционики с позиций двоичной булевой алгебры, широко применяемой при синтезе логических схем в автоматике [6].

Все возможные двоичные шкалы, по которым различаются личности, представим таблицей 1 из четырех столбцов с дополнительным столбцом [1,0]

Таблица 1

Рационал	Этик	Сенсорик	Экстраверт	1
Иррационал	Логик	Интуит	Интроверт	0

Зашифруем каждый из 16 типов четырехразрядным двоичным числом (кодом) по правилу: если признак берется из верхней строки, то он обозначается 1, если из нижней - 0. Например, сочетанию черт: рационал, логик, интуит, интроверт в соответствии ставится код 1000. Тогда известная таблица психологических типов, взятая из [7], представится в следующем виде (табл.2).

Таблица 2

Двоичный номер	Псевдоним типа	Буквенный код Псевдонима
0000	Бальзак	БАЛ
0001	Дон Кихот	ДОН
0010	Габен	ГБН
0011	Жуков (командор)	КОМ
0100	Есенин	ЕСН
0101	Гексли	ГЕК
0110	Дюма	ДЮМ
0111	Наполеон	ЛЕО
1000	Робеспьер	РОБ
1001	Джек Лондон	ЛОН
1010	Максим Горький	МАК
1011	Штирлиц	ТИР
1100	Достоевский	ДОС
1101	Гамлет	ГАМ
1110	Теодор Драйзер	ТЕО
1111	Виктор Гюго	ВИК

Два произвольно выбранных типа могут совпадать по какому-то позициям, а по другим отличаются. Чем меньше отличия у типов, тем формально ближе они друг другу. Для наглядности сходства и различия типов между собой разместим их в некоторую таблицу соседства, в которой любые два типа отличающиеся на одну позицию будут физическими соседями, а те, что отличаются большим числом позиций, будут размещены друг от друга на большее расстояние. Воспользуемся известной картой Карно [6] представления двоичных функций (рис.1).

Заполним карту Карно в соответствии с табл. 2.

Убеждаемся проверкой, что все соседние клетки по вертикали и по горизонтали отличаются одной позицией. Кроме того, соседними являются крайний левый и крайний правый столбцы, а также нижняя и верхняя строки. Т.е. пространство типов образует сферу из 16 элементов. Признаком рациональности (и

иррациональности) обладает ровно половина элементов сферы, т.е. 8 человек. То же можно утверждать о других трех парах.

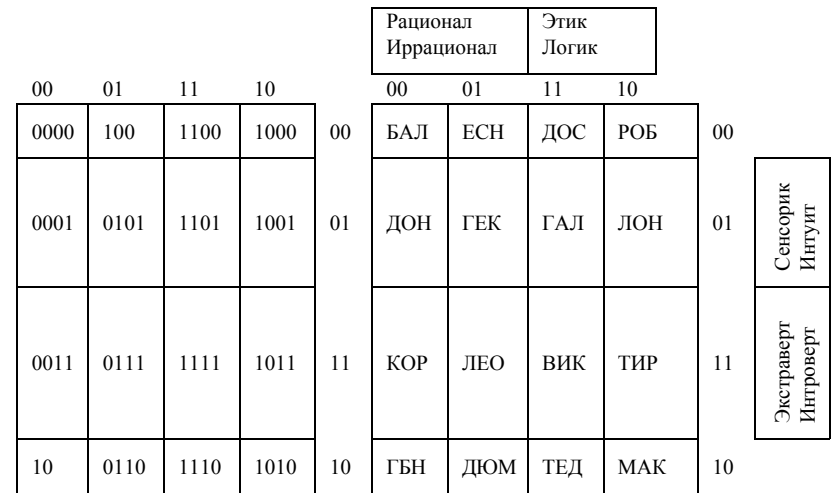


Рис 1

Рис 2.

Известно из [1,2], что типы образуют четыре квадраты:  $\alpha, \beta, \delta, \gamma$ . Их размещение на карте Карно следующее (рис. 3,4).

$\gamma$	$\beta$	$\delta$	$\alpha$
$\alpha$	$\delta$	$\beta$	$\gamma$
$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\delta$
$\delta$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$

Рис 3.

			1
1			
		1	
	1		

Рис 4.

Воспользуемся характеристической функцией для описания квадраты  $\alpha$ . Для этого на место каждой буквы  $\alpha$  поставим 1, а на место остальных букв-0 (Рис 4.) После процедуры минимизации получим описание квадраты  $\alpha$  в виде логической формулы:

$$(1) \mathcal{A}(\alpha) = (x_1 \oplus x_4) \bar{x}_2 \bar{x}_3 \vee \overline{(x_1 \oplus x_4) x_2 x_3}$$

Объединение квадраты  $\alpha$  и  $\gamma$  образуют октаву, чье описание такое:

(2)  $f(\alpha, \gamma) = \bar{x}_2 \bar{x}_3 \vee x_2 x_3$ ,  
 что соответствует выражению "логик - интуит или этик-сенсорик".

Покажем, что данная формула содержит (перечисляет) все 8 типов, входящих в октаву ( $\alpha\gamma$ ).

Произведем над ней эквивалентные преобразования и дадим результату соционическую интерпретацию:

$$\begin{aligned} (3) \quad x_2 x_3 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_3 &= x_2 x_3 \cdot 1 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_3 \cdot 1 = \\ &= x_2 x_3 (x_1 \vee \bar{x}_1) (\bar{x}_4 \vee x_4) \vee \bar{x}_2 \bar{x}_3 (x_1 \vee \bar{x}_1) (x_4 \vee \bar{x}_4) = \\ &= \text{ЛОН} \vee \text{ДОН} \vee \text{РОБ} \vee \text{БАЛ} \vee \text{ВИК} \vee \text{ЛЕО} \vee \text{ТЕД} \vee \text{ДЮМ} \end{aligned}$$

Рассмотрим отношения, которые связывают между собой 16 типов. Так как типов отношений тоже 16, то в качестве модели изберем схему, которая для двух произвольных типов указывает на несовпадение в каждой паре признаков. Схема будет такой (рис 5).

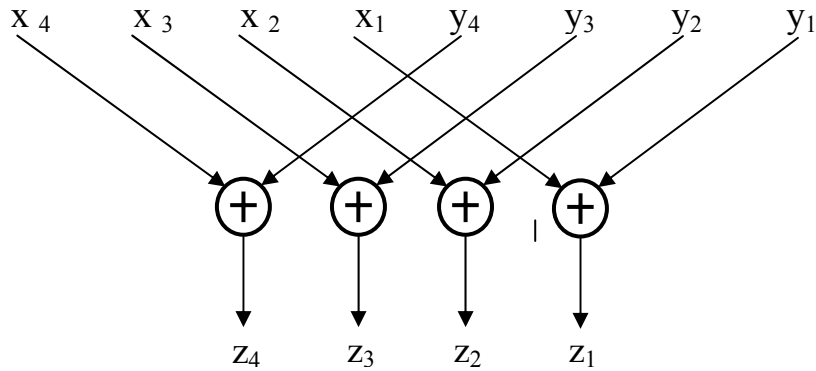
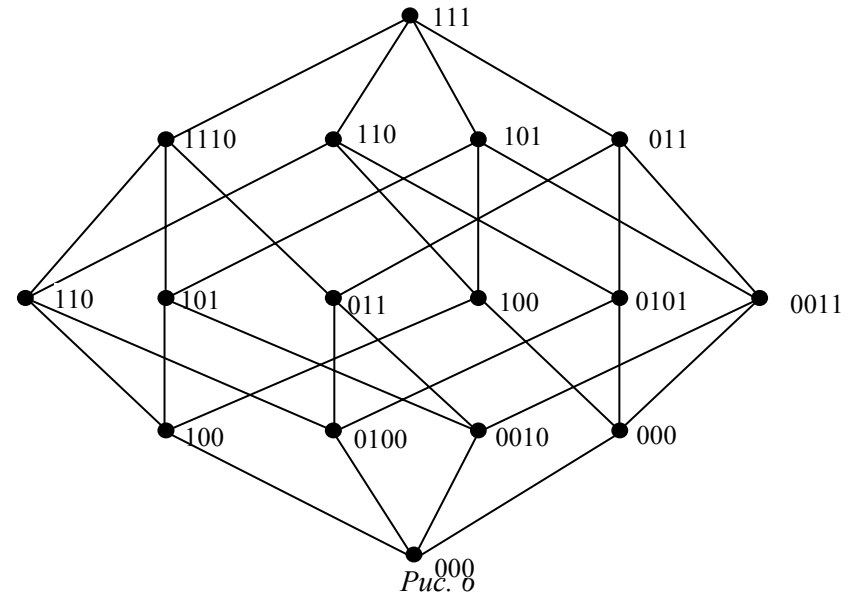


Рис.5

Схема осуществляет операцию сравнение по mod 2,  $Z = X \oplus Y$ , ( $z_i = x_i \oplus y_i, i=1,2,3,4$ ) над двумя четырехразрядными векторами. Результатами операции будут вектора от 0000 до 1111. Например, отношение Дюма и Виктор Гюго равно 1001 ( $0110 \oplus 1111 = 1001$ ). Для наглядности разметим числовые результаты на вершинах решетки (рис. 6).



А теперь на место 16 числовых результатов поставим принятые в соционике обозначения, которых почему-то 14. И вот какая получится 5-уровневая схема взаимного расположения интертипных отношений (рис.7).

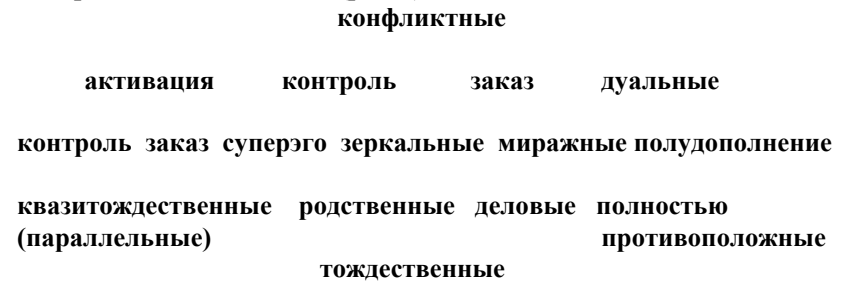


Рис.7

Из схемы видно, что разным отношениям 1101 и 1100 присвоено одинаковое название "контроль", а двум отношениям 1010 и 1011 название "заказ". К тому же эти отношения объявлены "несимметричными", хотя это противоречит как приводимой

выше модели, так и утверждению создателей соционики о том, что ни один тип не лучше и не хуже других.

### **Выводы**

Проверка основных положений соционики на уже известных математических моделях делает эти положения более наглядными. Одновременно видны некоторые погрешности и недоработки.

Это незавершенная классификация отношений, отсутствует сформулированный принцип разделения типов на квадры, неудачные наименования и другое.

Приведенный анализ не умаляет ценности работ по соционике, но лишь обращает внимание на погрешности, по-видимому, связанные с ее начальным этапом. Надеемся, что наши замечания позволят что-то доработать. Выскажем одно соображение. Если соционический тип врожденный, то тип ребенка должен быть как-то связан с типом родителей. Хотелось бы иметь статистические результаты, подтверждающие этот факт.

### **Литература**

1. АУГУСТИНАВИЧУТЕ А. *Соционика. Введение*. – С-П.: АСТ, 1998.
2. АУГУСТИНАВИЧУТЕ А. *Психотипы. Тесты*. – С-П.: АСТ, 1998.
3. ЕРОПКИН А.М. *Организационное поведение*. – М.: Приор, 1998.
4. МИЛЛЕР Р. *Теория переключательных схем*. М.: Наука, 1970.
5. СЕДЫХ Р.К. *Информационный психоанализ. Соционика как метапсихология*. – М.: НПП “Менатеп - Траст”, 1994.
6. СЛИНЬКО О. *Ключ к сердцу - соционика*. – Киев, Фирма “Доверие”, 1991.
7. ЮНГ К.Г. *Психологические типы*. М.: Университетская книга, АСТ, 1996.

## **ОЦЕНКИ УВЕРЕННОСТИ РАЗМЫТЫХ ЗНАЧЕНИЙ ФАКТОРОВ В КАЧЕСТВЕННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ КОГНИТИВНЫХ КАРТАХ**

**Марковский А.В.**

*(Институт проблем управления РАН, Москва)*

Ключевые слова: динамические когнитивные карты, факторы ситуации, качественные шкалы, размытые значения.

### **Введение**

Динамические когнитивные карты используются для прогнозирования развития проблемной ситуации в модельном времени. В настоящее время наиболее известны модели динамических когнитивных карт Робертса [4] и Коско [7]. В этих моделях влияние факторов ситуации друг на друга выражается передаточным коэффициентом (весом влияния), имеющим знак “+” или “-”. Веса влияния являются действительными числами, точность которых не ограничивается. Недостатком таких моделей является то, что значения весов назначаются экспертом, который может указать их лишь приблизительно.

Выходом из этого противоречия является осуществление в модели приближенных вычислений в соответствии с точностью, заложенной в исходных данных. Однако это создает свои проблемы. Известно, что в ходе приближенных вычислений неточность данных может только увеличиваться. Потеря точности при длительных вычислениях может привести к тому, что их результат перестанет представлять какую либо ценность.

В то же время в задачах, для решения которых применяются когнитивные карты (исследование “слабо определенных”, “мягких” систем [6]) большая точность прогнозирования в принципе не требуется. Достаточно уловить общую тенденцию развития ситуации. Естественным подходом в таком случае является переход к моделям качественным когнитивных карт (ККК), все параметры которых выражаются в качественных шкалах.



В [3] были рассмотрены некоторые модели динамических когнитивных карт, факторы которых определены в линейно упорядоченных качественных шкалах. Показано, что в этих моделях также может иметь место явление потери точности информации. Этот эффект выражается в появлении “размытых” качественных значений факторов, которые характеризуются не одним значением соответствующей качественной шкалы, а некоторой совокупностью таких значений, каждое со своей степенью уверенности. Причиной этого является неполная определенность модели ККК или конфликт влияний на фактор со стороны других факторов, возникающий при ее функционировании.

В этих условиях приобретает важность разработка оценок уверенности размытых качественных значений, выражающих возможную степень доверия к таким данным. Ниже рассматриваются некоторые из таких оценок.

## 1. Размытые качественные значения и приращения

### 1.1. Качественные шкалы значений факторов

Качественные шкалы можно разделить на следующие типы.

*Порядковые.* Основное свойство порядковой шкалы - линейная упорядоченность значений. Априори нет метрики и арифметики.

*Лингвистические.* Значения шкалы интерпретируются как функции принадлежности нечетких подмножеств некоторого базового домена [1].

*Алгебраизированные.* Качественные значения шкалы интерпретируются как некоторые действительные числа, действия с которыми осуществляются без ограничений [2].

В качестве характерного примера порядковой качественной шкалы можно привести шкалу школьных оценок успеваемости.

Таблица 1. Качественная шкала оценок успеваемости.

Очень плохо	Плохо	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
1	2	3	4	5

Помимо основных значений шкалы, указанных в таблице 1, используются также промежуточные оценки, например 3+ или 4-. Однако не определяется точно, насколько они отстоят друг от друга или от основных значений 3 и 4. Хотя данная шкала является качественной, при подсчете “средней” успеваемости с этими оценками обращаются как с полноценными числами. Это один из примеров *алгебраизации* качественной шкалы. Порядковая качественная шкала  $S = \{s_1, \dots, s_{n_s}\}$  является линейно упорядоченным набором символических значений  $s_i$ . Хотя априори шкала  $S$  не имеет метрики, можно допустить использование “естественной” целочисленной метрики, в которой *расстояние* между значениями  $s_i$  и  $s_j$  определяется как величина  $\rho(s_i, s_j) = |i - j|$ . *Приращением* от  $s_i$  к  $s_j$  называется величина  $\delta(s_i, s_j) = j - i$ , принадлежащая шкале приращений  $S^\delta = \{- (n_s - 1), \dots, n_s - 1\}$ .

Приращения могут суммироваться друг с другом и со значениями шкалы  $S$  с учетом конечности шкал  $S$  и  $S^\delta$ . Суммирование значений шкалы не допускается. Под *промежуточным* значением  $\mathbf{v}$  между значениями  $s_i$  и  $s_{i+1}$ , понимается нечеткая сумма  $\mu_v(i)/i + \mu_v(i+1)/(i+1)$ , где  $\mu_v(i)$  и  $\mu_v(i+1)$  - степени уверенности, в том, что значение  $\mathbf{v}$  сходно со значениями шкалы  $s_i$  и  $s_{i+1}$ . 1.2. *Размытые качественные значения и приращения*

Размытое значение  $\mathbf{v}$  в шкале  $S$  задается нечеткой суммой  $\mathbf{v} = \sum_{i=1}^{n_s} \mu_v(i)/i$ , где  $\mu_v(i) \in [0, 1]$  - степень уверенности, в том, что

$s_i$  принадлежит  $\mathbf{v}$ . Ненулевые составляющие значения  $\mathbf{v}$  будем называть его *компонентами*. Число компонентов обозначим через  $n(\mathbf{v})$ . Степень уверенности  $\mu_v(i)$  компонента  $s_i$  будем также

называть его *весом*. Сумму  $sum(\mathbf{v}) = \sum_{i=1}^{n_s} \mu_v(i)$  будем называть

*массой* или *площадью* значения  $\mathbf{v}$ . *Базой* значения  $\mathbf{v}$  будем называть величину  $b(\mathbf{v}) = (\max_{ij} |i - j|) + 1$  при  $\mu_v(i) > 0, \mu_v(j) > 0$ .

Частным случаем размытого значения является любое промежуточное значение шкалы. Другим частным случаем размытого значения является *нечеткий синглетон*  $s_i = \mu_i/i$ . Под размытым приращением понимается нечеткая сумма вида

$$\delta = \sum_{i=-(n_S-1)}^{n_S-1} \mu_\delta(i)/i.$$

По аналогии с нечеткими числами в [3] определены арифметические операции над размытыми значениями и приращениями с учетом ограничений шкал  $S$  и  $S^\delta$ .

Ниже приведены примеры размытых значений для  $n_S = 7$ .

$$v_1 = (0 \ 0.1 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0.1 \ 0).$$

$$v_2 = (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1),$$

$$v_3 = (1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1),$$

$$v_4 = (1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1),$$

$$v_5 = (1 \ 0 \ 0.3 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.5),$$

## 2. Оценки уверенности размытых значений

**2.1. Дефаззификация размытых значений** В конечном счете размытое значение  $v$  нуждается в дефаззификации - выборе единственного деления  $d(v)$  шкалы  $S$  (дефаззификатора), представляющего значение  $v$  в целом. В принципе, для этого можно использовать любое известное понятие “центра” нечеткого множества (центроид, медиана, центр максимумов и т.п.).

Достоинством центроида  $c(v) = \frac{\sum_{i=1}^{n_S} i \cdot \mu_v(i)}{sum(v)}$  является одно-

значность и простота вычисления. Однако значение  $c(v)$  может оказаться дробным и потребовать округления до ближайшего соседнего деления шкалы, которое обозначим как  $cent(v)$ .

Под *медианой*, значения  $v$  будем понимать деление шкалы  $med(v)$ , для которого разность  $|\sum_{i=1}^{med(v)} \mu_v(i) - \sum_{i=med(v)}^{n_S} \mu_v(i)|$  мини-

мальна. Этому условию может удовлетворять несколько значений шкалы. Например,  $med(v_3) = 2, \dots, 6$ . Тогда можно выбрать значение  $med(v)$  ближайшее к  $c(v)$ .

В любом случае представление многокомпонентного значения  $v$  однокомпонентным значением  $d(v)$  сопряжено с потерей информации, в связи с чем, такое представление является лишь приблизительным. При одном и том же  $d(v)$  размытость значения  $v$  может варьироваться в широких пределах. Например,  $d(v_2) = d(v_3) = d(v_4) = 4$  как по центроиду, так и по медиане, хотя число компонентов и их распределение в этих значениях совершенно различно. Это означает, что и информационная ценность дефаззификатора для этих значений различна. Чтобы не “забыть” размытость значения  $v$  при дефаззификации, желательно не только определить  $d(v)$ , но и оценить меру его соответствия значению  $v$ . Поэтому результатом дефаззификации будем считать нечеткий синглетон  $\mu(v)/d(v)$ , где  $\mu(v)$  понимается как интегральная оценка уверенности размытого значения  $v$ .

Оценка  $\mu(v)$  должна быть тем больше, чем более компактно расположены на шкале компоненты значения  $v$  и чем больше их веса. Потребуем для  $\mu(v)$  выполнения следующих условий.

*Непрерывность:* значение  $\mu(v)$  должно слабо зависеть от малых компонентов значения  $v$ .

*Сингулярность:*

$$\mu(v) = \mu_i, \text{ если } v - \text{нечеткий синглетон вида } \mu_i/i,$$

$$\mu(v) < max(v), \text{ если } v - \text{не является синглетоном.}$$

Рассмотрим функцию  $\mu(v)$  в следующем виде:

$$\mu(v) = max(v) \cdot \left(1 - \frac{w(v) - 1}{n_S}\right),$$

где  $w(v) \in [1, n_S]$  – оценка *ширины* значения  $v$ , характеризующая

разброс компонентов значения  $\mathbf{v}$  по шкале  $S$ . Для выполнения условий сингулярности потребуем выполнения условий

$$\begin{aligned} w(\mathbf{v}) &= 1, \text{ если } n(\mathbf{v}) = 1; \\ w(\mathbf{v}) &> 1, \text{ если } n(\mathbf{v}) > 1. \end{aligned}$$

## 2.2. Оценка ширины размытых качественных значений

Ширину  $w(\mathbf{v})$  можно определять различным образом. Например, можно положить  $w_b(\mathbf{v}) = b(\mathbf{v})$ . Недостатком такой оценки является слабая зависимость от числа, взаимного расположения и весов компонентов вектора  $\mathbf{v}$  при одной и той же базе  $b(\mathbf{v})$ . Кроме того,  $b(\mathbf{v})$  определяется по крайним компонентам значения  $\mathbf{v}$  независимо от их веса и поэтому может сильно изменяться при добавлении или удалении малых компонентов.

Для устранения этого недостатка можно определить ширину  $w_l(\mathbf{v})$ , как базу множества компонентов, вес которых не ниже некоторого уровня  $l$ :

$$w_l(\mathbf{v}) = (\max_{ij} |i - j|) + 1 \text{ при } \mu_v(i) \geq l, \mu_v(j) \geq l.$$

Однако такая оценка также недостаточно отражает число и взаимное расположение компонентов, заключенных между крайними компонентами, определяющими величину  $w_l(\mathbf{v})$ . Так, значения  $\mathbf{v}_2 \dots \mathbf{v}_5$  имеют одинаковую ширину  $w_{l=0.5} = 7$ .

Другое определение ширины можно получить из уравнения

$$w_s(\mathbf{v}) \max(\mathbf{v}) = \text{sum}(\mathbf{v}),$$

где  $w_s(\mathbf{v})$  - это ширина прямоугольника высотой  $\max(\mathbf{v})$ , площадь которого равна площади  $\text{sum}(\mathbf{v})$  значения  $\mathbf{v}$ . Это определение является непосредственным обобщением числа компонентов  $n(\mathbf{v})$ . Так, для значений  $\mathbf{v}_2 \dots \mathbf{v}_4$  имеет место  $w_s(\mathbf{v}) = n(\mathbf{v})$ . Отсюда вытекает и недостаток оценки  $w_s(\mathbf{v})$  - для нее важен только набор весов компонент, но не их распределение на шкале.

Рассмотрим определение ширины  $w_c(\mathbf{v})$ , отражающее меру консолидации компонентов вокруг некоторого центра  $c \in S$ . Определим *момент* значения  $\mathbf{v}$  относительно центра  $c$  как

$$M_c = \sum_{i=1}^{n_s} |i - c| \mu_v(i).$$

Определим *радиус* значения  $\mathbf{v}$  относительно центра  $c$  как

$$r_c = \frac{M_c}{\text{sum}(\mathbf{v})}.$$

Ширину значения  $\mathbf{v}$  относительно центра  $c$  определим как

$$w_c(\mathbf{v}) = 2r_c + 1$$

Величина  $r_c$  характеризует среднюю близость компонентов значения  $\mathbf{v}$  к центру  $c$ . В частности, если  $\mathbf{v} = \mu_c/c$ , то  $r_c = 0$ . Ширина  $w_c(\mathbf{v})$  слабо зависит от малых компонентов  $\mathbf{v}$ , поскольку малыми являются соответствующие члены суммы  $M_c$ .

## 2.3. Естественный центр размытого значения

Определение  $w_c(\mathbf{v})$  пригодно для любого типа центра  $c$ . Однако само по себе оно позволяет определить понятие *естественного центра (центра моментов)* значения  $\mathbf{v}$ , как точки шкалы  $cm(\mathbf{v})$ , для которой момент  $M_{cm}$  минимален. Точка  $cm(\mathbf{v})$  может не совпадать ни с центроидом ни с медианой. Например, для значения  $\mathbf{v}_5$  имеем  $cent = 3$ ,  $med = 2$  и  $cm = 1$ , поскольку  $M_{cent} = 4,0$ ,  $M_{med} = 3,8$  и  $M_{cm} = 3,6$ . Однако, как и  $med(\mathbf{v})$ , точка  $cm(\mathbf{v})$  может быть не единственной. Например,  $cm(\mathbf{v}_3) = 1, \dots, 7$ . В этом случае выбираем точку  $cm(\mathbf{v})$ , ближайшую к  $c(\mathbf{v})$ . При таком уточнении  $cm(\mathbf{v})$  можно считать естественным дефаззификатором размытого значения  $\mathbf{v}$  с уверенностью

$$\mu(\mathbf{v}) = \max(\mathbf{v}) \left(1 - \frac{2r_{cm(\mathbf{v})}}{n_s}\right).$$

Таблица 2 показывает, что оценка  $\mu(\mathbf{v})$  достаточно уверенно дифференцирует тестовые примеры  $\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_5$ .

Таблица 2. Значения оценок  $\mu(\mathbf{v})$  и  $d(\mathbf{v})$  для тестовых примеров

Пример	1	2	3	4	5
$\mu(\mathbf{v})$	0.82	0.51	0.14	0.43	0.43
$d(\mathbf{v})$	4	4	4	4	1

Чем больше значение оценки  $\mu(\mathbf{v})$ , тем выше уверенность качественного значения  $\mathbf{v}$ . В частности, если  $\mu(\mathbf{v})=1$ , то значение  $\mathbf{v}$  совпадает с одним из основных значений шкалы. Это свойство позволяет использовать оценку  $\mu(\mathbf{v})$  в качестве критерия достоверности данных в течение всего процесса вычислений в ККК.

В заключение необходимо отметить отличие оценки  $\mu(\mathbf{v})$  от оценки согласованности данных в динамической когнитивной карте, используемой в [2]. Эта оценка основана на понятии *консонанса*, определенного в [5]. Отличие заключается в том, что консонанс применим только к парам разнополярных числовых значений, тогда как оценка  $\mu(\mathbf{v})$  применима к размытым качественным значениям, содержащим любое число компонент.

### Литература

1. ЗАДЕ Л. *Понятие лингвистической переменной и его применение для принятия приближенных решений*. М.: Мир, 1976. -165с
2. КУЛИНИЧ А.А., ТИТОВА Н.В. *Интегрированная модель поддержки принятия решения в условиях неопределенности*// Труды Института проблем управления. Т. XXVI. М.: 2007, 19-38.
3. МАРКОВСКИЙ А. В. *О некоторых моделях динамических когнитивных карт с качественными шкалами значений факторов*// Труды IV Международной научно-практической конференции “Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте”. М.: Физматлит, 2007, 491-498.

4. РОБЕРТС Ф.С. *Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам*. Пер. с англ. М.: Наука, 1986. -495с.
5. ФЕСТИНГЕР Л. *Теория когнитивного диссонанса*. СПб.: Ювента, 1999.
6. CHECKLAND P, SCHOLLES J. *Soft systems methodology in action*, Wiley, Chichester. 2003.
7. KOSKO B. *Neural Networks and Fuzzy Systems*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1992. – 449с.

## НЕЙРОСЕТИ В РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ПОЛИВАРИАНТНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

**Петрова С.Ю., Гудзовский А.А., Кузьмин А.В.**  
(Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, Великий Новгород)  
svetayp@list.ru, sasha\_gud@mail.ru, andreivk@gmail.com

Ключевые слова: индивидуальное обучение, поливариантные образовательные программы, нейросети.

### **Введение**

Потребности общества с каждым днём всё настойчивее подвигают вузы переходить от массового стандартного образования к индивидуализированному обучению, которое бы максимально отвечало потребностям отдельной обучающейся личности. Одним из возможных подходов для такого перехода является использование логически согласованной и связанной структуры учебных модулей, предназначенных для освоения элементарной единицы учебной деятельности, реализованной в виде эквивалентной модульной психотипологической траектории (ЭМПТ).

Из множества ЭМПТ реализуемых для слушателей формируется система поливариантных образовательных программ (СПВОП) конкретного вуза.

### **1. Теоретическое обоснование реализации поливариантных образовательных программ**

#### *1.1. Система поливариантных образовательных программ*

СПВОП представляет собой многоуровневую систему интегративного взаимодействия разных дисциплин, представленных в виде взаимосвязанных между собой учебных модулей, которые отражают обязательный минимум содержания высшего профессионального образования для всех специальностей. Отсутствие резкой грани между отдельными дисциплинами,

позволяет установить связи между модулями принципиально разных дисциплин, получив целостную систему поливариантных образовательных программ.

#### *1.2. Дуальность формирования эквивалентных модульных психотипологических траекторий и системы поливариантных образовательных программ.*

Важно отметить, что вместе с процессом сборки СПВОП из ЭМПТ идет процесс формирования ЭМПТ на основе СПВОП. Эти два процесса взаимосвязаны, и один процесс порождает другой в виде петель дуального управления и изменения обуславливаются последовательностью причинно-следственных связей. СПВОП формирует исходные условия, а ЭМПТ задает дополнительные условия для более точной сборки СПВОП. То есть решение при формировании ЭМПТ зависит от того, каким планируется будущее системы поливариантных образовательных программ и от того, на какой базе происходит планирование – замкнутая цепочка воздействий, которая связывает исходное действие с результатом, изменяющим характеристики окружающих условий, и которые в свою очередь являются источником, вызывающим дальнейшие изменения.

#### *1.3. Проблема реализации индивидуальных потребностей в образовательных программах*

При реализации современного индивидуального обучения важно учитывать множество качественных параметров, слабо поддающихся или совсем не поддающихся формализации, таких как цели, стимулы, психотипы и т.п. Иначе созданная эквивалентная модульная психотипологическая траектория не будет отличаться от простого индивидуального плана обучения.

Необходимость учитывать индивидуальные потребности каждой обучающейся личности представляет собой наибольшую сложность при формировании ЭМПТ. Это связано с неопределённостью индивидуальных потребностей (целей) каждой отдельной личности и сложности формирования кластеров из этих потребностей.

#### 1.4. Формальное описание

Математическое описание системы имеет следующий вид. Субъект слушатель  $L$ , имеющий  $n$  возможных состояний  $\varphi_i \in \varphi$ ,  $i = \overline{1, n}$ , ( $\varphi$  - алфавит состояний) находится в среде поливариантных образовательных программ  $P$ , обладающую одним из  $r$  свойств  $\Psi_j \in \Psi$ , ( $\Psi$  - алфавит свойств), изменяющихся по некоторому закону.

Для формирования ЭМПТ траектории используют некоторые правила активации. Каждый элемент траектории характеризуется некоторым правилом вычисления выходного сигнала на основе полученных данных (ввода). Это правило называют функцией активности (активации), а выходное значение элемента принято называть активностью элемента.

Каждой ситуации  $\{\varphi_i, \Psi_j\}$ , возникающей в моменты  $t = 0, 1, 2, \dots, m$ , соответствует действие  $f_{ij}$ , результатом которого является активация или консервация модуля. Последующее состояние модуля зависит от предыдущего и результатов действия:

$$(1) S = \begin{cases} 1, S > \theta - \text{активация,} \\ 0, S < \theta - \text{консервация,} \end{cases} f(t) = F(\varphi(t), \Psi(t)),$$

где  $\Psi$  – операторы формирования состояния;  $F$  – оператор формирования действия;  $\theta$  – пороговая активность модуля.

ЭМПТ, имеющие переменную структуру, задаются стохастическими квадратными переходными матрицами:

$$(2) c^{(\alpha)} = \begin{pmatrix} c_{11}^{(\alpha)} & c_{12}^{(\alpha)} & \dots & c_{1n}^{(\alpha)} \\ c_{21}^{(\alpha)} & c_{22}^{(\alpha)} & \dots & c_{2n}^{(\alpha)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1}^{(\alpha)} & c_{n2}^{(\alpha)} & \dots & c_{nm}^{(\alpha)} \end{pmatrix} = \|c_{ij}^{(\alpha)}\|; i, j = \overline{1, n}, \alpha = \overline{1, \beta},$$

где  $c^{(\alpha)}$  – трехмерная переходная матрица, описывающая эквивалентную модульную психотипологическую траекторию. Смена структуры означает смену переходной матрицы;  $c_{ij}^{(\alpha)}$  – вероятность перехода из  $i$ -го состояния в  $j$ -е при структуре  $\alpha$ .

## 2. Реализация эквивалентных модульных психотипологических траекторий и системы поливариантных образовательных программ

Современные методы интеллектуального анализа данных позволяют достаточно эффективно уменьшить сложность реализации ЭМПТ и СПВОП.

Например, применение нейронной сети обратного распространения (back propagation) позволяет получить нахождение некой функциональной зависимости формирования ЭМПТ в зависимости от важности дисциплины. Важность дисциплины измеряется числовым значением, называемым «вес дисциплины». Первоначально вес дисциплины устанавливается экспертной комиссией. В процессе анализа нейронная сеть, основываясь на данных входного вектора, вычисляет свое значение веса дисциплины. По полученному значению можно судить, удовлетворяет ли важность, выставленная экспертной комиссией, значению, полученному на основе статистических показателей. Счет важности дисциплины происходит по четырем группам параметров:

1. Класс дисциплины (общеобразовательная, специализированная и т.д.);
2. Количество зависимых дисциплин;
3. Показатель анкетирования;
4. Процентное соотношение оценок «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично», т.е. успеваемость студентов по данной дисциплине.

Так же возможно использование нейросети для формирования списка потенциальных (желательных для изучения) дисциплин. В этом случае задача нейросети заключается в принятии решения о наиболее удачном дальнейшем пути обучения студента, по результатам уже изученных им ранее дисциплин, и статистики успеваемости других студентов по дисциплинам, по которым возможно дальнейшее обучение данного студента.

Каждая подзадача решается отдельной нейросетью. Общая нейронная сеть представляет из себя комплекс нейросетевого анализа.

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Толок А.В.

(Институт проблем управления РАН, Москва)

atol@ipu.rssi.ru

Ключевые слова: аналитическое проектирование, функциональная зависимость, математическая модель, компилятор, рекурсивный анализ, графический M-образ, движение по градиенту, концентратор функции.

## Введение

Построение сложных многомерных моделей для последующего решения на их основе задач оптимизации активно применяется в экономике и управлении. При этом ощутимо преобладание принципов дискретной математики. Линейное и нелинейное программирование позволяет составлять математические модели к транспортной задаче, составлению производственного плана, составлению смеси, оптимального раскроя и т.п.[1]. Теория графов позволяет строить модели сложных структур с весовыми критериями оценки для поиска оптимального пути. Все эти принципы достаточно доступно поддаются формулировке и программированию.

Аналитическое проектирование на основе функциональных зависимостей, как правило, сталкивается с некоторыми проблемами, к которым можно отнести увязку единиц измерения, сомасштабность метрических систем, объединённых в единую многомерную модель, решение обратной задачи и т.п.

Не менее проблематична автоматизация таких систем аналитического проектирования. Причем проблема возникает не столько на уровне построения компилятора аналитических

выражений и дальнейшей визуализации модели, сколько в поиске программируемых методов оптимизации на такой модели.

Рассмотрим один из программируемых методов оптимизации в системе аналитического проектирования на основе образного представления функциональных зависимостей.

## 1. Система РАНОК (Рекурсивный Анализ Образных Компонентов)

### 1.1. Метод анализа образных компонентов

Метод заключается в формировании и применении специальной графической информации, организованной в компьютерном представлении. При этом, рассматриваемая сложная функциональная зависимость отображается в графические M-образы – образы-модели, характеризующие каждый из компонентов нормального векторного поля, ограниченного областью определения функциональной зависимости [2]. Набор таких образов является базовым для формирования полной графической образной модели, содержащей M-образы основных дифференциальных характеристик для рассматриваемой аналитической модели. Таким образом, дальнейшая работа в системе ведётся не с аналитическим выражением функциональной зависимости, а с её компьютерно-графическим отображением.

### 1.2. Принцип работы с системой аналитического проектирования «РАНОК»

Система РАНОК создавалась для визуального анализа сложных аналитических выражений, и предусматривает работу в 3D-моделировании, хотя принципы, заложенные в основу «графического разложения» функциональной зависимости применимы для n-мерного пространства. Для описания функциональных зависимостей математической модели применяется специальный компилятор проблемно-ориентированного языка FORTU, разработанный для инструментальной системы решения задач математической физики, поэтому содержащий фактически все математические функции [3]. Далее система автоматически формирует 4-х мерный массив, содержащий базовые M-образы

и, в зависимости от постановки задачи, формирует решение в виде трёхмерных графических изображений. Диапазон вывода решений представляется от традиционных методов рендеринга реалистичных изображений с применением эффекта прозрачности, до изображений решения градиентных задач оптимизации.

## 2. Пример решения оптимизационной задачи с применением производственной функции

Рассмотрим некоторую абстрактную функциональную математическую модель, использующую в основе производственную функцию [4]. Аналитически система описывается следующими зависимостями:

$$f(\phi) = 3\phi^b \quad (b = 1); \quad f(i) = 2i^b \quad (b = 0.5); \quad f(k) = 2k + b \quad (b = 1);$$

$$F(x) = 3\phi^1 + 2i^{0.5} + (2k + 1) \rightarrow opt$$

В данной подсистеме три функционирующих системообразующих ресурсных потока: финансовый  $\phi$ , кадровый  $k$  и информационный  $i$ .

Результатом исследования является гиперкуб, размещённый одним из узлов в начале системы координат  $(\phi, i, k)$ . Рассматриваемый

параметр ( $w$ ) (доход) характеризуется внутри куба в зависимости от заданных закономерностей:

$$(1) \quad w_1 = a\phi^b, \quad w_2 = di^c, \quad w_3 = ek + g, \quad w = w_1 \wedge w_2 \wedge w_3.$$

На рис.1 показана кривая градиентного развития  $w$  рассмотренной системы, позволяющая составлять долгосрочное планирование с учётом поступательного возрастания рассматри-

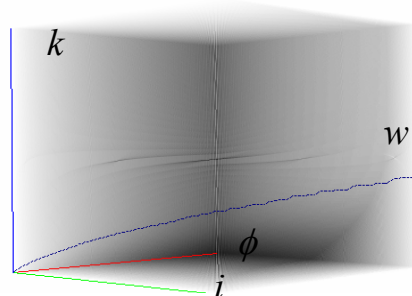


Рис.1. Пример решения градиентного развития системы

ваемых потоков. При этом определимы значения трёх потоков в каждой точке градиентного движения.

Пример является упрощённым, но, по мнению автора, достаточным для демонстрации возможностей предлагаемого метода в реализациях различных постановок более сложных задач в области управления и экономики.

## Литература

1. МОНАХОВ В.М. *Методы оптимизации. Применение математических методов в экономике* / Пособие для учителей. М.: «Просвещение», 1978. – 176 с.
2. МЫЛЬЦЕВ А.М., КОРОГОД В.Л., ТОЛОК А.В. *Воксельное представление образов-моделей в системе «РАНОК»* // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управление этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM - 2006). Материалы 6-й международной конференции. Под ред. Е.И. Артамонова. М.: Институт проблем управления РАН. – 2006. ISBN 5-201-14995-2. – С.21-26.
3. ПЛОСКИЙ В.А., ТОЛОК А.В., БОНДАРЬ Е.А. *Визуально-геометрическое представление потокораспределения ресурсов в СТС "Прикладная геометрия"* // Геометрическое и компьютерное моделирование; Харьковский государственный университет питания и торговли - Харьков, 2007г. - Вып. 16 - С. 162-168.
4. GOMENYUK S.I., TOLOK A.V., TOLOK V.A. *Principles of a building of the instrumental system of the mechanics problems analysis "FORTU-RANOK"* // 20-th CAD-FEM Users' Meeting 2002 International Congress on FEM Technology. – 9-11 October 2002 Friedrichshafen, Lake Constance, Germany. vol. 2. – 2.16.4 (10 p.).



**Секция 3.**  
**ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ**  
**КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ**  
**В СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СИТУАЦИЯХ**

**ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОБЛЕМНЫМИ**  
**СИТУАЦИЯМИ В БЮДЖЕТНОМ ПРОЦЕССЕ**  
**НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Борисова М.С.**  
*(ТТИ ЮФУ, г. Таганрог)*  
 mari91@rambler.ru

Ключевые слова: бюджетная система, когнитивное моделирование, совершенствование

В бюджетной системе страны, являющейся главной финансовой базой деятельности государственных органов власти и органов местного самоуправления в сфере экономического и социального развития соответствующих территорий, местные бюджеты - самые многочисленные.

Так как местные бюджеты имеют большое значение в осуществлении общегосударственных экономических и социальных задач, то от качественного исполнения бюджетного процесса на муниципальном уровне зависит прочность и надежность всей бюджетной системы Российской Федерации.

В процессе разработки методики совершенствования бюджетного процесса в муниципальном образовании город «Таганрог» был разработан алгоритм совершенствования исполнения бюджетного процесса (рис. 1), а так же сделаны следующие выводы и предложения.

В коротком временном интервале используется метод регулирования местных бюджетов посредством ежегодного установления нормативов отчислений по регулирующим доходам, отвечает интересам большинства муниципальных образований, являющихся дотационными, т. к. позволяет обеспечить местные бюджеты необходимыми средствами независимо от производи-

тельности местных источников. Но вместе с тем в этой области продолжают иметь место и определенные нерешенные вопросы и проблемы. Главная проблема — это продолжающееся сужение собственной финансовой базы местных бюджетов. За ними закреплено всего два налога: земельный налог и налог на имущество физических лиц. Ликвидировано зачисление в местный бюджет налога на прибыль по ставке 2 процента, а так же налог на рекламу теперь отчисляется в региональный бюджет. Таким образом, собственные доходы не являются основными источниками формирования местных бюджетов, основную часть составляет финансовая помощь из вышестоящих бюджетов [3].

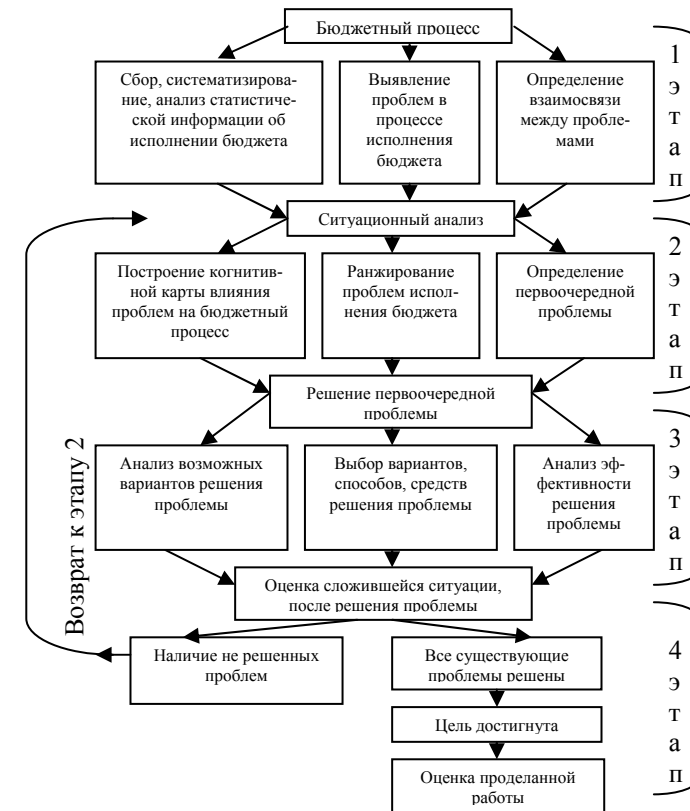


Рис. 1 Алгоритм совершенствования исполнения бюджета

Алгоритм совершенствования исполнения бюджета включает в себя 4 последовательных этапа, причем существует возможность повторения определенных этапов до тех пор, пока все проблемы не будут решены (рис 1).

На основе собранной, систематизированной, проанализированной статистической информации, при использовании горизонтального, вертикального, трендового и причинно-следственного анализов были выявлены проблемы в процессе исполнения бюджета.

С построением когнитивной карты (рис. 2), в рамках причинно-следственного подхода, становится возможным обозначить характер и структуру проблемной ситуации [1].

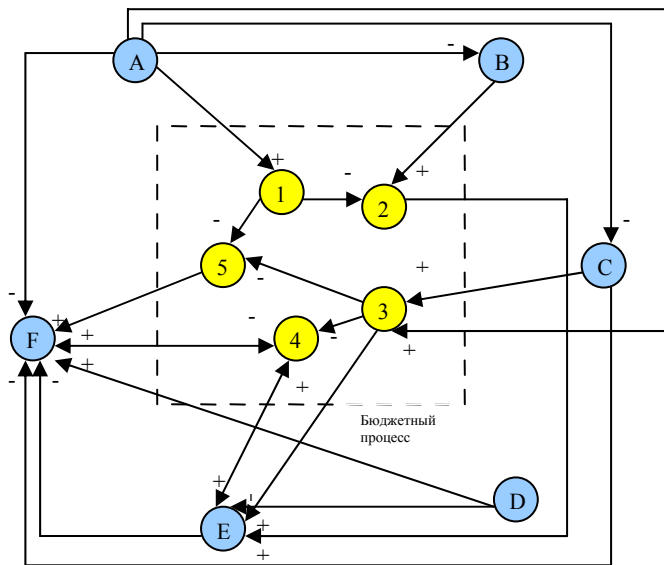


Рис. 2 Когнитивная карта взаимосвязи проблем с бюджетным процессом

Кроме того, можно проследить последующие изменения в результате воздействия на одну из вершин когнитивной карты (то есть решение или воздействие тем или иным способом на проблему).

Вершинами когнитивной карты являются реальные проблемные ситуации: А – Несовершенство налогового и бюджетного законодательства; В – Уклонение от уплаты налогов; С – Совмещение и дублирование функций; В–Отсутствие долгосрочного и среднесрочного планирования; У – Самопроизвольное урезание бюджетных средств; F – Не целевое расходование бюджетных средств. А так же составляющие процесса исполнения бюджета: 1. Стабильное закрепление доходных источников; 2. Получение денежных средств в полном объеме; 3. Четкое разделение расходных полномочий; 4. Грамотное распределение денежных средств между распорядителями бюджетных средств; 5. Контроль расходования полученных бюджетных средств распорядителями.

Проблемные ситуации качественно влияют на процесс исполнения бюджета, так же как и составляющие бюджетного процесса качественно влияют на проблемы. Результаты проведенного когнитивного моделирования и внедрения разработанного алгоритма в процесс исполнения бюджета позволили быстро и оперативно решать возникающие проблемы при наименьших затратах и расходов бюджетов всех уровней бюджетной системы

## Литература

1. АВДИЕНКО Н.В., ГОРЕЛОВА Г.В., ЗАХАРОВА Е.Н. *Когнитивное моделирование и анализ устойчивости экономических систем*. В сб. тр. 5-й Междун. конф. «Искусственный интеллект – 2004». – Таганрог: Изд. ТРТУ, 2004 г.
2. *Бюджетный Кодекс Российской Федерации*.
3. ЛАВРОВ А.М. *Бюджетная реформа 2001-2008 годов: от управления затратами к управлению результатами*. Журнал «Бюджет», выпуск – октябрь 2005 г.
4. *Отчеты об исполнении бюджета по доходам и расходам в городе Таганроге за 2002-2006 года*.

## АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНЫХ ВОПРОСОВ УПРАВЛЕНИЯ МЕГАПОЛИСОМ

Гусев В.Б., Пащенко Ф.Ф.

(Институт проблем управления РАН, Москва)

gusvbr@ipu.ru

Ключевые слова: анализ проблемных вопросов, ключевые факторы управления мегаполисом, матрица направленности задач на решение проблемных вопросов, решающее правило.

Рассматривается задача выбора эффективного набора мероприятий или проектов из заданного перечня, когда необходимо решать сразу несколько взаимосвязанных организационных проблем управления крупным объектом.

В условиях динамично изменяющейся экономической ситуации и многократного увеличения сложности задач управления мегаполисами старые методы и средства их решения становятся все менее эффективными. С другой стороны, появление более эффективных технологий поддержки принятия управленческих решений, позволяют создавать адекватные этим задачам интегрированные управляющие системы.

В основу анализа проблемных вопросов управления мегаполисом был положен системный подход, включающий этапы: оценки существующего социально-экономического положения г. Москвы и сложившихся тенденций развития города; комплексную оценку ключевых факторов, влияющих на социально-экономическое развитие города; разработку основных проектных решений, подходов, методов и механизмов управления.

При анализе состояния мегаполиса выделен набор проблемных вопросов, перечень которых включает следующие.

- a. Денежные доходы населения
- b. Социальное обеспечение и развитие
- c. Демография и здравоохранение
- d. Жилищно-коммунальное хозяйство
- e. Экология

- f. Безопасность
- g. Наука и промышленность
- h. Малый бизнес
- i. Транспорт и связь
- j. Трудовые ресурсы
- k. Поддержка инновационных процессов
- l. Строительство и инженерная инфраструктура
- m. Совершенствование бюджетной системы
- n. Интеграция города Москвы и субъектов Российской Федерации

Концепция управления мегаполисом предусматривает мероприятия, направленные на решение задач мегаполиса, часть которых перечислена ниже.

1. Совершенствование и реализация методов индикативного планирования и управления социально-экономическими процессами города.
2. Создание в городе полноценной инновационной инфраструктуры, включая организацию множества новых инновационных предприятий и фондов для финансирования и координации инновационной деятельности.
3. Осуществление комплекса мер по модернизации городской экономики на базе передовых достижений науки и техники для обеспечения конкурентоспособности города на длительную перспективу.
4. Усовершенствование механизмов воздействия на динамику численности населения города.
5. Разработка и внедрение механизмов регулирования, функционирующих на основе обратной связи в материальной, социальной, правовой сферах жизнедеятельности мегаполиса.

Экспертный анализ эффективности намеченных мероприятий проводился с использованием матрицы влияния мероприятий на решение проблемных вопросов, приведенной в таблице 1. Приведенная матрица показывает, что каждая из проблем находит отражение в перечне решаемых задач. Однако остается неопределенным, насколько успешно можно разрешить эти проблемы. Следующий этап анализа состоит в упорядочении

рассматриваемых задач по степени их важности или актуальности. Анализируется характер и степень влияния каждой из задач (мероприятия) на решение каждого из проблемных вопросов с учетом основной цели управления – обеспечения и стабильного роста благосостояния жителей мегаполиса (разрешение проблемной ситуации).

Таблица 1. Матрица влияния мероприятий на решение проблемных вопросов

Проблемный вопрос	Номер мероприятия (задачи)					Оценка решения
	1	2	3	4	5	
a.	20	*30	*40+		10	40
b.	20	*10	*30-	10	10	40
c.	*20+	10	5	*10		20
d.	*15-	10	10		10	30
e.	*10-	10			10	20
f.	*5-	5	10			15
g.	20	10	*50+		10	50
h.		*20-	10		20	30
i.	10	10	*20-		10	20
j.	10			*20+	5	20
k.	20	*30+				30
l.	*30-	10			25	35
m.	*20+	10			10	20
n.	*10-	5	5		5	15
Рейтинг мероприятия	171	182	183	64	150	Min=15

При заполнении матрицы использована 100-балльная шкала степени влияния и признак характера влияния: *дополнительность* для ведущих мероприятий, обозначаемая знаком \* и *компенсируемость* – без знака. Оценка влияния интерпретируется с

точки зрения вклада данного мероприятия в решение проблемного вопроса.

Расчет оценки эффективности разрешения проблемы в целом производится по следующим правилам. Среди ведущих мероприятий выбирается максимальная оценка. Оценки компенсируемых мероприятий складываются. Затем определяется максимум среди двух полученных оценок.

В процессе анализа ведущих мероприятий устанавливается их достаточность для решения поставленных задач. Если оценка влияния данного ведущего мероприятия оказалась ниже итоговой оценки, оно считается *недостаточным*. Тогда в таблице оценке мероприятия справа приписывается знак -. В противном случае, оно считается *достаточным*, и соответствующей оценке приписывается знак +.

Рейтинг эффективности мероприятия определяется как сумма среди всех оценок влияния для данного мероприятия, если оно является достаточным для соответствующей проблемы.

Предложенный метод является модифицированной схемой комплексного оценивания, рассмотренной в [1]. Анализ результатов оценивания позволяет использовать формализованное решающее правило: ранжировать задачи по степени их важности, формировать перечень первоочередных мероприятий, оптимизировать этот перечень по критерию максимума эффекта при ограничениях на ресурсы, а затем наполнять мероприятия конкретным содержанием.

### Литература

1. ГУСЕВ В.Б., ЕФРЕМЕНКО В.Ф., ЛЕВИНТАЛЬ А.Б., ПАВЕЛЬЕВ В.В., ПАЩЕНКО Ф.Ф. *Методы индикативного планирования в региональном управлении*. Монография / Под ред. Ф.Ф. Пащенко. – М.: Научная книга, 2006. – 149 с.

## КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ

Гусева И.Ю.

(Комитет по управлению имуществом, Таганрог)  
gorelova@at.infotecstt.ru

Ключевые слова: когнитивный подход, управление, муниципальная собственность.

Эффективное управление муниципальной собственностью – это один из основных аспектов муниципального управления. Муниципальная собственность является важной составляющей материальной базы муниципального образования, она служит источником получения доходов муниципального образования и удовлетворения общих потребностей населения. Процессы управления муниципальной собственностью еще недостаточно изучены [1]. В существующей литературе мало внимания уделяется практическому применению научных методов для решения проблем управления муниципальной собственностью.

Система управления муниципальной собственностью – социально-экономическая система. Для нее характерен ряд свойств: состояние, поведение, управляемость, самоорганизация, слабая структурированность. Слабая структурированность означает, что функционирование системы, ее взаимодействие с окружающей средой невозможно представить в виде традиционных формальных зависимостей. Состав подсистем и элементов, а также взаимосвязи между ними характеризуются некоторой долей неопределенности, описанием на качественном уровне, неоднозначностью последствий тех или иных решений. Свойство слабоструктурированности определило инструменты исследования процессов, происходящих в системе. Методология структуризации знаний, синтезирующая системный и когнитивный подходы является универсальным инструментом понимания поведения слабоструктурированных систем [2].

185

Управление муниципальной собственностью предполагает принятие решений по вопросам эффективного владения, пользования и распоряжения муниципальным имуществом. Одним из основных направлений в управлении муниципальной собственностью является реализация права собственника на получение части прибыли от использования муниципального имущества, находящегося в хозяйственном ведении муниципального унитарного предприятия. Количественно итог этой управленческой деятельности выражается в сумме денежных средств, перечисляемых муниципальными унитарными предприятиями в бюджет города. Управленческая деятельность в данном случае направлена на построение эффективного механизма, позволяющего обеспечить поступление платежей от муниципальных унитарных предприятий в бюджет города своевременно и в полном объеме. Для этого, должна существовать некоторая эталонная ситуация, которая характеризуется наличием следующих условий:

- получение предприятием прибыли;
- правильность расчета предприятием отчислений;
- перечисление предприятием в срок денежных средств;
- перечисление предприятием в бюджет города средств в полном объеме;
- предоставление подтверждающих документов об оплате.

Однако, как правило, на практике происходят отклонения от эталонной ситуации, что не позволяет достигнуть запланированного эффекта управления. Возникает необходимость определить факторы, влияющие на ситуацию и связи между ними с тем, чтобы оказывать своевременные и верные управляющие воздействия на возникающую ситуацию с целью приближения ее к эталонной. Для оптимизации процесса управления в рассматриваемой области предложено использовать когнитивный подход.

Для построения когнитивной карты на основе накопленного практического опыта определим перечень основных факторов (V), которые описывают процесс реализации права собственника на получение части прибыли. К ним относятся:

1. Деятельность органов местного самоуправления, наделенных полномочиями собственника имущества (V1).

186

2. Законодательство РФ, региона, муниципалитета (V2).
3. Право на получение части прибыли собственником имущества (V3).
4. Платежи за пользование муниципальным имуществом в бюджет города (V4).
5. Доходная часть бюджета города (V5).
6. Деятельность МУП (V6).
7. Прибыль МУП (V7).
8. Правильность расчета платежей (V8).
9. Объем платежей (V9).
10. Своевременность платежей (V10).
11. Информация о платежах (V11).

Построенная укрупненная когнитивная карта (рис. 1) отображает влияние факторов друг на друга. Перечень условий, описывающих эталонную ситуацию в когнитивной карте, за исключением фактора «информация о платежах», выделен в отдельный блок, который влияет на фактор «платежи за пользование муниципальным имуществом в бюджет города».

Изменение одного из факторов переводит управляющую систему в новое состояние и побуждает ее оказывать управляющие воздействия на объект управления через целевые факторы с тем, чтобы приблизить ситуацию к эталонной. Таким образом, достигается цель управления – в данном случае это увеличение доходной части бюджета. Целевыми факторами построенной когнитивной карты являются прибыль предприятия, платежи муниципальных предприятий.

Построение когнитивной карты процесса реализации права собственника на получение части прибыли от использования муниципального имущества является этапом, предворяющим построение когнитивной модели проблемной ситуации и проведения на ее основе всех этапов когнитивного моделирования [3].

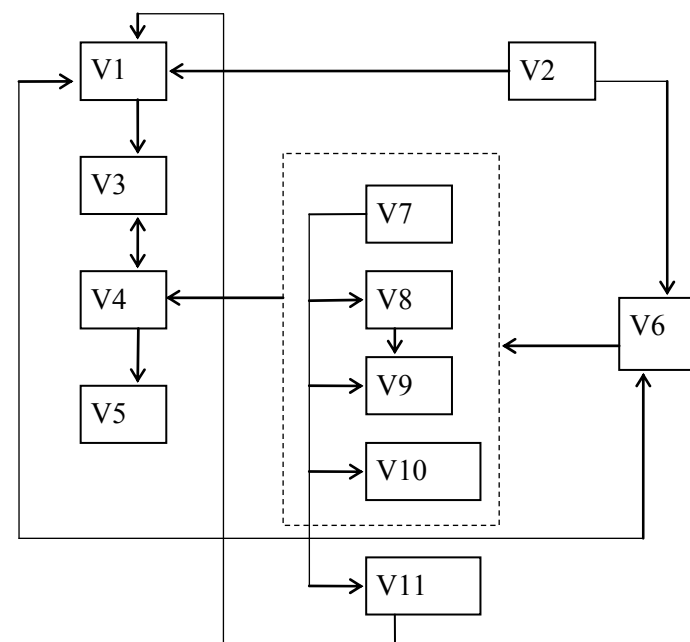


Рис. 1. Когнитивная карта процесса реализации собственником права на получение части прибыли

### Литература

1. ГОРЕЛОВА Г.В., ДЖАРИМОВ Н.Х. *Региональная система образования, методология комплексных исследований.* – Майкоп: 2002. – 360 с.
2. ГОРЕЛОВА Г.В., ЗАХАРОВА Е.Н., РАДЧЕНКО С.А. *Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход.* – Ростов н / Д: Изд-во Рост. Ун-та, 2006. – 334 с.
3. КРУТИК А.Б., ГОРЕНБУРГОВ М.А., ГОРЕНБУРГОВ Ю.М. *Экономика недвижимости.* / Серия «Учебники для вузов. Специальная литература». – СПб.: Издательство «Лань», 2000. – 480 с.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТАМИ ПО СОДЕРЖАНИЮ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА МОСКВЫ**

**Дорофеюк А.А., Мандель А.С., Чернявский А.Л.**  
(Институт проблем управления РАН, Москва)  
adorof@ipu.ru, manfoon@ipu.ru, achern@ipu.ru

**Лифшиц Д.В.**  
(Департамент ЖКХиБ Правительства Москвы, Москва)  
Lifshits@ugkh.mos.ru

Ключевые слова: мониторинг, структурная экспертиза, оценка эффективности, жилищно-коммунальное хозяйство

### **Введение**

В настоящее время в Москве практически отсутствует единая система оценки эффективности управления работами по содержанию жилищного фонда, территорий жилых кварталов и дорог и не осуществляется необходимый для её работы мониторинг соответствующих показателей. Это делает невозможным формирование объективных и комплексных оценок эффективности существующей системы управления жилищно-коммунальным хозяйством и благоустройством (ЖКХиБ) города и разработку научно-обоснованных мер по совершенствованию этой системы. С другой стороны, в системе ЖКХиБ задействованы огромные человеческие и финансовые ресурсы, поэтому несовершенство системы управления, в том числе оценки эффективности работы её основных звеньев, приводит к существенным потерям.

В докладе описано использование методологии структурно-классификационной экспертизы [1] для разработки концепции, алгоритмов и процедур мониторинга и оценки эффективности

управления работами по содержанию жилищно-коммунального хозяйства Москвы.

### **1. Концепция системы мониторинга и оценки эффективности управления ЖКХ Москвы**

Реформа ЖКХ в России в целом и в Москве, в частности, пробуксовывает уже который год, поэтому ожидать в отсутствие реальных рыночных отношений какого либо «спонтанного» роста эффективности системы не приходится.

В таких условиях приходится идти на усиление административных рычагов воздействия на все уровни системы управления ЖКХ города с целью повышения реальной эффективности её работы.

В этой связи основными разделами концепции разрабатываемой системы должны быть:

- формирование системы показателей, необходимых для оценки реальной эффективности основных уровней системы управления ЖКХ города, которые возможно надёжно собирать с заданной периодичностью;

- разработка схемы мониторинга сформированных показателей, определение носителей информации, средств связи для передачи данных, аппаратно-программного комплекса хранения и выдачи информации потребителям в заданном виде,

- разработка критериев оценки эффективности основных уровней системы управления ЖКХ города на базе сформированной системы показателей;

- разработка модели и научно-обоснованной методики оценки эффективности основных уровней системы управления ЖКХ города на базе сформированных показателей и критериев оценки.

Концепция формировалась с использованием результатов структурно-классификационной экспертизы руководителей основных подразделений системы управления ЖКХ города.

## **2. Реализация основных блоков системы мониторинга и оценки эффективности управления ЖКХ Москвы**

Как и ожидалось, наибольшие трудности встретились при формировании показателей, необходимых для системы мониторинга реального состояния основных подразделений системы ЖКХ города. Первый вопрос, который здесь возникает – для какого уровня системы ЖКХ города необходимо и возможно собирать требуемую информацию.

Для решения возникшей проблемы были проведены обследование и анализ действующей системы сбора информации в системе ЖКХ города. Проведение обследования осложнялось большим количеством производственных, управляющих и контролирующих организаций, в которых собирается первичная информация. Основными из этих организаций являются соответствующие подразделения: управ районов и префектур административных округов, Жилищной инспекции, Объединения административно-технических инспекций, поставщиков электрической и тепловой энергии, горячей и холодной воды.

После проведения структурной экспертизы по этому вопросу, оказалось, что наиболее приемлемым с точки зрения баланса информативности (для оценки эффективности системы управления) и трудоёмкости сбора информации является уровень района.

К настоящему времени определён предварительный перечень показателей и источников их сбора. Всего в этом перечне находится около 40 параметров, достаточно полно характеризующих эффективность работ по содержанию жилищного фонда, территорий жилых кварталов и дорог, в том числе в зимний период.

В настоящее время проводится проработка критериев, модели и научно-обоснованной методики оценки эффективности системы управления ЖКХ города на уровне района, админист-

ративного округа и города в целом, базе предварительного перечня показателей.

Такая проработка осуществляется с использованием результатов структурно-классификационной экспертизы руководителей основных подразделений системы управления жилищно-коммунальным хозяйством и благоустройством города, а также сотрудников Государственного университета – Высшая школа экономики и Государственного университета управления.

### **Литература**

1. ДОРОФЕЮК А.А., ПОКРОВСКАЯ И.В., ЧЕРНЯВСКИЙ А.Л. *Экспертные методы анализа и совершенствования систем управления* // Автоматика и телемеханика. 2004. №10. С. 172 – 188.



## НЕМАТЕРИАЛЬНЫЕ АКТИВЫ ПОВЫШАЮТ УСТОЙЧИВОСТЬ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Женихов Е.С.**

(ООО «ПРАЙМ-ГРУП-Югра», г. Ханты-Мансийск)  
zhenikhov@mail.ru

Ключевые слова: нематериальные активы, устойчивость развития, предприятия, когнитивное моделирование.

### **Введение**

Выход России на международные рынки заставляет акцентировать внимание органов власти, предприятий и организаций на вопросах управления нематериальными активами. Объем продукции, созданной на базе интеллектуальной собственности за рубежом, составляет примерно 60 трлн. руб. Из них на США приходится 30,4%, на Германию - 23%, на Японию - 17,4%, а на Россию только 0,3% [1].

Рыночная стоимость предприятия может быть существенно повышена за счет учета нематериальных активов. Сейчас позиции России пока ещё слабо смотрятся в деле продажи интеллектуальной собственности: число инженерных решений, продаваемых за рубеж, снижается; практически не продаются товарные знаки, промышленные образцы, патентные лицензии.

Проблемы, с которыми сталкиваются практически все российские предприятия в совершенствовании работ с нематериальными активами следующие:

- на мировых рынках конкурентоспособность обеспечивается с обязательным учетом нематериальных активов;
- нет четкого планирования и взаимоувязанных обязательств организаций науки, вузов с производством;
- отсутствует должное нормативное регулирование вопросов доступа предприятий к венчурному капиталу;

- не внедрены эффективные механизмы экспертной оценки нематериальных активов;

- в органах власти отсутствует четкое распределение ответственности в сфере управления нематериальными активами и др.

Помимо чисто формальных показателей, закладываемых традиционно в основу управления и принятия решений относительно деятельности предприятий, последнее время все больший вес начинают приобретать характеристики, отражающие качественные параметры их работы: репутация, эмоциональный потенциал, лидерство, доверие, адаптивность, реакция потребителей на производимую им продукцию и услугам и др.;

Становится все более очевидным, что традиционные подходы к оценке деятельности предприятий на основе статистической отчетности не могут в полной мере определить величину материальных, и, что сейчас более важно, нематериальных активов. Так, немаловажен фактор интенсивности внешнего информационного взаимодействия предприятий. Нематериальные активы – продукт деятельности человека, источником производства которого зачастую является латентная, скрытая информация, такая как: мысли, чувства, интуиция, эмоции, идеи, замысел конкурента, скрытый смысл сообщения, неявная связь событий, мотивация и др. [2]

В этих условиях проведена стратегическая оценка ситуации, основанная на методах стратегического анализа и когнитивного моделирования [3], в следующей последовательности:

- задана главная цель развития предприятий, в контексте развития их нематериальных активов;
- определены внешние и внутренние факторы, благоприятно влияющие на повышение устойчивости развития ситуации с учётом нематериальных активов;
- проведено матричное сравнение важности внешних и внутренних факторов и построен когнитивный граф;
- предложены сценарии действий, направленные на повышение устойчивости развития предприятий;
- проведено когнитивное моделирование развития ситуации.

Главная цель: повышение устойчивости развития предприятий территории за счёт совершенствования управления нематериальными активами. Она может характеризоваться такими критериями, как: экономическая безопасность (особенно в условиях кризисов), конкурентоспособность, капитализация, уровень эффективности использования ресурсов и др.

Возможное поведение ситуации в точках неустойчивости оценивалась с применением теории катастроф. Показано, что число сценариев развития ситуации целесообразно выбрать не более трёх. На достижение цели могут влиять обстоятельства, которые определяются внутренними и внешними факторами. К внешним благоприятным для укрепления развития предприятий и их нематериальных активов факторам можно отнести:

- развивается глобальный рынок, а в нём - процессы самоорганизации потребителей;
  - глобальный рынок характеризуется кризисам на финансовых рынках, что заставляет постоянно улучшать менеджмент;
  - растет число источников информации и аналитических методов их обработки;
  - налаживается работа по созданию реестров деловой репутации;
  - идут процессы оптимизации работы государственной власти в контексте административной и бюджетных реформ;
  - динамичное развитие отечественного производства, рост ВВП;
  - успешное подавление коррупции, криминального бизнеса;
  - обеспечение надежной работы предприятий, имеющих важное значение для территориальной экономики.
- К внутренним благоприятным факторам отнесены:
- рост важности качественных факторов: гудвилл, эмоциональный потенциал, лидерство, доверие, самоорганизация сотрудников и др.;
  - корпоративные информационные системы;
  - интеграция предприятий с наукой;
  - рост квалификации сотрудников;

- создание системы поддержки решений в сетевом режиме;
- привлечение интеллектуального потенциала;
- качество продукции и услуг;
- командный дух, корпоративная атмосфера;
- социальная корпоративная ответственность;
- рост культуры управления нематериальными активами.

Перечисленные факторы взяты за основу для когнитивного моделирования, которое показало:

- процессы глобализации резко повышают актуальность управления нематериальными активами предприятий;
- «отдача» процесса управления нематериальными активами на откуп рынку повышает риски кризиса конкурентоспособности предприятий, особенно в условиях финансовых кризисов;
- в состав критериев оценки деятельности предприятий необходимо включать качественные критерии: эмоциональный потенциал, лидерство, доверие, самоорганизация сотрудников и потребителей и др.

### **Литература**

1. АЗГАЛЬДОВ Г.Г., КАРПОВА Н.Н. *Оценка стоимости интеллектуальной собственности и нематериальных активов: Учебное пособие.* – М.: Международная академия оценки и консалтинга, - 2006. – 400 с.
2. БУГАЕВ А.С., ЛОГИНОВ Е.Л., РАЙКОВ А.Н., САРАЕВ В.Н. *Латентный синтез решений // Экономические стратегии.* – 2007. № 1, - С. 52 - 60.
3. МАКСИМОВ В.И., КОРНОУШЕНКО Е.К., РАЙКОВ А.Н. *Информационные системы и когнитивные модели интеллектуальной поддержки принятия государственных решений/ В монографии: Новая парадигма развития России (Комплексное исследование проблем устойчивого развития).* – М.: Издательства «Академия», МГУК, - 1999. - С. 328-340.

# КОГНИТИВНЫЙ ВЫБОР ВАРИАНТОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

**Жирков О.А., Шалаша З.И.**

*(Российская академия государственной службы  
при Президенте РФ, Москва,  
Абхазский государственный университет, Сухум)  
zc89@mail.ru, shal-57@mail.ru*

Ключевые слова: метод анализа иерархий, многофакторный выбор решений, качественная оценка, слабоструктурированная проблемная ситуация, варианты стратегического развития.

## **Введение**

Стратегический выбор пути развития государства, республики, страны – чрезвычайно сложная задача для моделирования. Вместе с тем определенные полезные результаты могут быть получены с применением специальным образом интегрированного метода анализа иерархий (МАИ [1]) с классическим методом когнитивного моделирования. Интеграция проведена авторами настоящей статьи на кафедре “Информатизации структур государственной службы” РАГС при Президенте РФ. При этом осуществлен соответствующий синтез МАИ на методическом и программном уровне, разработан сетевой концептуальный программный продукт. Эта разработка ориентирована для оснащения ситуационных центров с условным названием «Электронный деловой театр», в котором выделяются автоматизированные места режиссера и игротехника, а также используются методические сценарии организационно-деловых игр [2].

Полученный инструментарий прост в освоении, имеет дружелюбный интерфейс, легок в понимании, не отнимает много времени на описание проблемной ситуации конечным пользова-

телем программного продукта. Он может быть использован в практической деятельности аналитиков, в учебном процессе.

## **1. Проблемная ситуация**

Созданный инструментарий отработан на конкретном примере стратегического выбора пути перспективного развития «Республики Абхазия», а также опробован в учебном процессе на кафедре “Экономики и менеджмента” Абхазского государственного университета (АГУ) в среде интерактивно-аналитического авторского программного продукта, где реализована многофакторная двухуровневая модель по МАИ. Работа проведена в два этапа.

На первом этапе коллективом студентов для предметной области по анализу ситуации под руководством модератора-преподавателя создан список факторов проблемной ситуации:

- поддержка систем жизнеобеспечения;
- повышение уровня жизни;
- сохранение конкурентных секторов нар. хозяйства;
- укрепление госаппарата;
- развитие науки и образования.

Этот список занесен в среду программной системы. На втором этапе созданы варианты решения проблемной ситуации по выбору стратегии развития республики [3]:

- польский вариант с полной приватизацией госсобственности (шоковая терапия);
- немецкий вариант с оставлением средств производства в государственной собственности (восстановление послевоенной германии);
- голландская модель развития агрокомплекса.

## **2. Итеративная методика**

Использование инструментария для многофакторной оценки и разрешения слабоструктурированной проблемной ситуации состоит из нескольких итераций:

- осуществляется ввод в среду системы релевантных факторов проблемной ситуации;

- вводятся варианты решения проблемы в компьютер;
- осуществляется парное взвешивание (оценивание) факторов проблемной ситуации в интерактивном процессе с интерактивной визуализацией промежуточных результатов;
  - на третьей и четвертой итерациях происходит интерактивное парное взвешивание факторов, и, затем, по каждому фактору оцениваются варианты решения проблемной ситуации;
  - на пятой осуществляется визуализация результатов игротехнического сеанса в гистограммы рейтингов вариантов развития республики. На рис. 1 представлена гистограмма с результатами выбора стратегии развития республики и показана матрица отношений факторов. Матрица заполняется интерактивно с помощью расположенного рядом “движка” типа потенциометра.

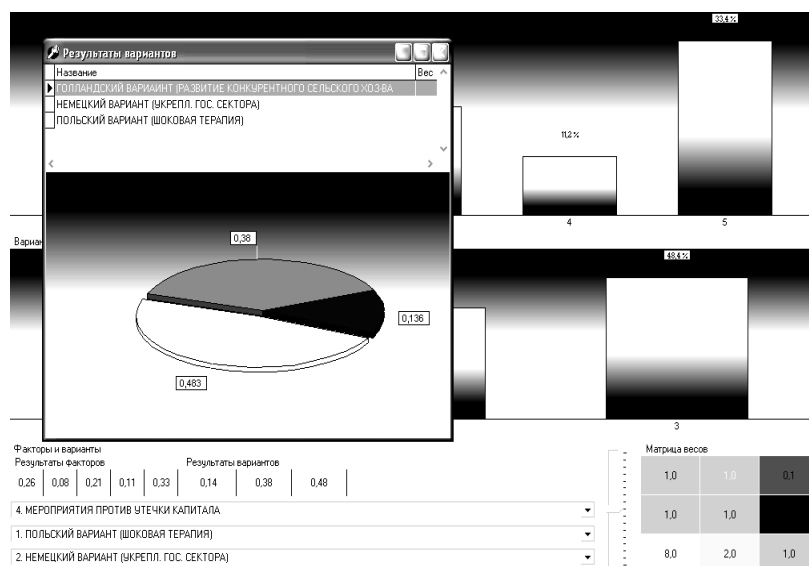


Рис. 1. Экран с результатом оценочного этапа работы

## Литература

1. АНИСИМОВ О.С., ЖИРКОВ О.А., ЕФРЕМОВ В.А. *От когнитивного ситуационного центра к электронному деловому театру* (тезисы доклада) / Элект. CASC-2006, Шестая Международная конференция “Когнитивный анализ и управление развитием ситуацией”. Институт проблем управления РАН, М.: 11-12 октября, 2006, [www.mtas.ru](http://www.mtas.ru).
2. ЖИРКОВ О.А. *Электронный деловой театр для обучения коллективному принятию решений в условиях неопределенности*. Конгресс “Информационные технологии в образовании” “ИТО-2006”, М.: 6-10 ноября, 2006, [www.ito.su](http://www.ito.su).
3. ШАМБА О.Б. *Основы переходной экономики* / Сборник статей. Сухум, НПА, 2004.
4. SAATY T.L. *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*. RWS Publications, 2001.

# КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ СЛОЖНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ДЕВИАНТНОГО ПОВЕДЕНИЯ ФУТБОЛЬНЫХ БОЛЕЛЬЩИКОВ

**Еркина Е.**

*(Санкт-Петербургский Государственный Университет,  
факультет социологии, Санкт-Петербург)*  
elerkina@yandex.ru

Ключевые слова: социальные явления и процессы, качественные методы исследования социальных явлений, когнитивная карта

Социальные явления (процессы) представляют собой сложные многоаспектные системы социальных взаимодействий. Методы эмпирических исследований в социологии принято разделять на количественные и качественные. Количественные методы характеризуются фиксацией строго определенного набора анализируемых переменных, их количественным измерением и их статистической обработкой. К числу формализованных количественных методов социологического исследования относятся: статистика, анкеты с закрытыми вопросами, структурированное наблюдение, контент-анализ.

Напротив, качественные (неформализованные) методы ориентированы на достижение углубленного понимания исследуемых социальных явлений. Использование качественных методов связано с детальным изучением социального явления в его целостности и непосредственной взаимосвязи с другими явлениями. К числу неформализованных методов относятся: включенное неструктурированное наблюдение, индивидуальное глубинное интервью и фокус-группы, так называемый «традиционный» анализ текстов, изучение личных документов (автобиографий, писем и др.). Хотя с интуитивной точки зрения ясно, что названные группы методов взаимно дополняют друг друга, вопрос о характере этого взаимодополнения часто становился предметом научной дискуссии.

Усложнение социальных процессов и ускорение динамики изменений заставляет социологов расширять диапазон используемых методов исследования и анализа. В связи с этим, когнитивные методы на сегодняшний день получают все большее применение в области социологии и используются для решения фундаментальных социальных проблем.

Актуальность когнитивного подхода заключается в том, что с его помощью проанализировать конкретную ситуацию, предположить динамику развития социального процесса, учитывая многофакторность и слабоструктурированность социальной системы, предложить возможные управленческие решения для достижения конкретных целей. Когнитивная карта в процессе социологического исследования сложных социальных явлений и процессов позволяет в рамках единой схемы описать качественные и количественные элементы системы и связи между элементами.

В качестве примера применения когнитивных методов для анализа социальных проблем, рассмотрим проблему девиантного поведения футбольных болельщиков и связанную с ним необходимость построения модели оптимального функционирования футбольного клуба в социальном пространстве города Санкт-Петербурга.

В качестве основного объекта изучается футбольный клуб «Зенит». Предмет исследования - различные формы взаимодействия футбольного клуба и болельщиков. Проблема исследования кроется в феномене футбольного хулиганства в среде футбольных болельщиков. Цель исследования - моделирование проблемной ситуации и выработка управленческих решений для снижения социальной напряженности и минимизации риска возникновения негативных тенденций в среде футбольных болельщиков.

Построение когнитивной карты стало завершающим этапом обобщения информации, полученной в результате социологического исследования, а также информации из СМИ. Основным методом сбора первичной информации в процессе социологического исследования был метод экспертных интервью. Процесс построения когнитивной модели был основан на тесном взаимодействии с экспертной группой, как на этапе сбора первичной

информации, так и на этапе формирования системы управленческих решений для минимизации негативных тенденций в околофутбольной среде. В качестве экспертов в данном исследовании выступили представители различных групп футбольных болельщиков, представители ФК "Зенит", СМИ, правоохранительных органов.

В ходе социологического исследования когнитивная карта стала важным инструментом формализации представлений экспертов и исследователя о проблеме футбольного хулиганства. Социолог, в ходе сбора и анализа первичной информации обращался к когнитивной карте как инструменту для отображения его представлений о структуре проблемы и сложной системе взаимодействий различных факторов внутри анализируемого социального явления. Построение когнитивных карт экспертами позволило получить информацию о глубине знаний экспертов относительно исследуемой проблемы, о понимании и особенностях восприятия процессов, протекающих в околофутбольной среде города.

Результатом социологического исследования стало обобщение в виде единой когнитивной карты проделанной работы по сбору информации в ходе качественных интервью с экспертами, а также анализа индивидуальных экспертных когнитивных карт.

В качестве базисных факторов данной когнитивной карты можно выделить следующие: «Погромы, беспорядки, драки, варварское поведение болельщиков на стадионе и за его пределами», «Деятельность футбольных фанатов», «Деятельность футбольных хулиганов», «Неорганизованные болельщики», «Приезжие болельщики команды-соперника», «Деятельность официальных организаций болельщиков», «Выступление команды в чемпионате России», «Участие клуба в Еврокубках».

Целевыми факторами были выбраны следующие: «Выступление команды в Чемпионате России», «Участие клуба в Еврокубках», «Бюджет клуба», «Деятельность официальных организаций футбольных болельщиков», "максимальное снижение погромов, беспорядков на стадионе и за его пределами", "минимизация активности футбольных хулиганов», «Работа футбольного клуба с СМИ», «Авторитет города», «Уровень общей культу-

ры». В качестве факторов, влияющих на целевые факторы, выступают следующие: «Судейство», «Работа клуба с футбольными болельщиками», «Организация мер безопасности на стадионе», «Работа РУВД», «Селекционная политика клуба», «Экономическая деятельность клуба». Факторами-индикаторами, отражающими и объясняющими развитие процессов в проблемной ситуации, являются: «Следование правилам общей субкультуры», «Ход игры и результат матча», «Количество печатных изданий о команде», «Телетрансляции матчей, спортивные передачи о «Зените».

Данная когнитивная карта отражает знак и силу влияние (положительное, отрицательное) факторов внутри блоков и между собой. Для описания качественных значений базисных факторов был выбран набор соответствующих лингвистических переменных в шкале [-1, 1]. Учитывая количество факторов модели и условия функционирования объекта, для оценки силы влияния факторов в когнитивной модели с целью оптимизации взаимодействия футбольных болельщиков и футбольного клуба предлагалась определенная детализация. В результате согласования предложенной шкалы с мнением экспертов о возможности и удобстве использования данной шкалы, при помощи индивидуальных экспертных оценок с применением метода простого ранжирования было присвоены значения силы влияния каждому фактору.

Таким образом, на основе теоретического анализа проблемной ситуации футбольного хулиганства, особенностей функционирования рассматриваемого объекта футбольных фанатов и болельщиков, основных форм взаимодействия футбольного клуба и болельщиков, а также на основе источников из СМИ, экспертных интервью и опроса, метода включенного наблюдения была составлена когнитивная карта ситуации. Такая карта является исходным статическим отображением связей между факторами, существующими в исследуемой проблемной ситуации и может быть использована для разработки и моделирования сценариев управления ситуацией, непрерывного мониторинга развития проблемы футбольного хулиганства и основных процессов внутри околофутбольной среды города.

Построение когнитивной модели проблемы футбольного

хулиганства в системе околофутбольной жизни города и ее дальнейшее применение может быть успешно использовано в деятельности футбольного клуба, в работе органов городского управления, ориентированных на решение проблемы противоправных действий футбольных болельщиков в социальном пространстве города.

### **Литература**

1. АВДЕЕВА З.К., КОВРИГА С.В., МАКАРЕНКО Д.И. *Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями)*. Труды 6-й Международной конференции / Под ред. З.К. Авдеевой, С.В. Ковриги. М.: Институт проблем управления РАН. – 2006. стр.41-51.
2. КОРНОУШЕНКО Е.К. *Формальный подход к поиску консенсуса в ситуации с противоречивыми интересами участников*. / Тр. 5-й междунар. конф. “Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций” (CASC’2005).
3. МАКСИМОВ В.И., КОРНОУШЕНКО Е.К., КАЧАЕВ С.В. *Когнитивные технологии для поддержки принятия управленческих решений*. Журнал «Информационное общество» 1999г вып.№2.
4. ПЛОТИНСКИЙ Ю.М. *Модели социальных процессов*, М: 2001г.
5. СЕРГЕЕВ В.М. *Когнитивные методы в социальных исследованиях / Язык и моделирование социального взаимодействия*. М.: 1987 г.

## **КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭКОНОМИКЕ РОССИЙСКИХ РЕГИОНОВ НА ПРИМЕРЕ ШОЛОХОВСКОГО РАЙОНА**

**Кочетов Д.С., Кочетова О.А.**  
(ТТИ ЮФУ, г. Таганрог)

Ключевые слова: когнитивный подход, когнитивная карта, Шолоховский район, туризм.

Экономические реформы, осуществляемые сегодня в России, объективно способствуют усилению внимания к территориальному аспекту управления, инициируют его серьезную модернизацию. В условиях становления местного самоуправления особое значение приобретают вопросы привлечения финансовых ресурсов для развития муниципального образования, способность его выступать в качестве привлекательного партнера для инвесторов.

Целью настоящей работы является создание основ комплексной оценки и прогноза финансового и социально-экономического развития муниципального образования на примере Шолоховского района Ростовской области. Актуальность данного анализа объясняется, с одной стороны, необходимостью повышения качества разработки и эффективности реализации комплексных программ социально-экономического развития муниципального образования, а на их основе – программ развития субъектов Российской Федерации, а с другой – требованиями совершенствования межбюджетных отношений в свете реформы организации местного самоуправления и бюджетного устройства [1].

Успешная реализация задач регионального развития тесно связана с разработкой анализа и прогноза развития муниципального образования, а также должна учитывать комплексную оценку ключевых внешних и внутренних факторов. Определение стратегии развития учитывает выявление точек роста на основе следующих оценок:

– оценка уровня социально-экономического развития регионов, муниципальных образований,

– оценка деятельности региональных органов власти по проведению социально-экономических и бюджетных реформ.

Разработка механизма инновационного развития Шолоховского района направлена на определение приоритетных направлений развития, оценку потенциала развития, поиск партнерства органов власти, представителей бизнеса и общественных организаций, обеспечение согласованности действий федеральных местных органов власти.

Анализ экономической ситуации района базируется на оценке его природно-ресурсного потенциала. Удаленность района от крупных промышленных центров способствует сохранению чистоты многочисленных водоемов, лесов и степей. Наличие целого ряда объектов туризма способствует развитию в Шолоховском районе транспортной инфраструктуры. Сложившаяся структура экономики строится на сельском хозяйстве. Наряду с этим функционируют промышленные предприятия, достаточно развиты сфера услуг и строительная отрасль. Этот район интересен для федерального и международного туризма, так как здесь расположены основные центры развития казачества, исторические поселения, культурные памятники.

Стратегия создания и внедрения механизма развития Шолоховского района основывается на положительных тенденциях, сложившихся в экономике территории за предшествующие три года. Анализ ситуации позволил выделить основных участников, воздействующих на улучшение социально-экономического состояния в районе, направленной на: создание благоприятных условий для предпринимательской деятельности, расширение внутреннего спроса рынка, рост материального благосостояния населения.

Применение когнитивного подхода к исследованию состояния Шолоховского района позволило выявить некоторые присущие ему закономерности. Разработана укрупненная карта взаимосвязи основных блоков социально-экономической системы с сектором экономики «туризм». Целевым концептом является улучшение благосостояния населения района, основное воздействие - развитие отрасли туризма.

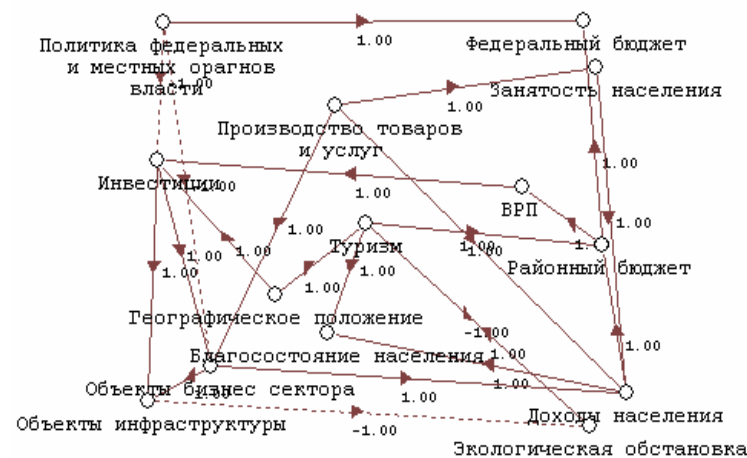


Рис.1. Когнитивная карта сектора «туризм» в социально-экономической среде региона

Мировой опыт подсказывает, что туристическая отрасль является одной из самых перспективных, ведь туризм способен положительно влиять на экономическое развитие региона. Построение когнитивной карты было направлено на разработку наиболее вероятного сценария социально-экономического развития района, выявление и анализ рисков и ресурсных возможностей региона, разработку системы приоритетных направлений развития. Когнитивное моделирование позволило выявить общие закономерности, присущие исследуемой системе [2].

Проведенное импульсное моделирование на разработанной когнитивной модели с помощью программной системы когнитивного моделирования ПС КМ [3] позволило выделить несколько сценариев развития Шолоховского района, среди которых наиболее «удачным» можно считать развитие туристической отрасли. Туризм воздействует положительно практически на все сферы жизнедеятельности человека. В Шолоховском районе к таким сферам можно отнести, в первую очередь, доходную сферу, потребительскую сферу (увеличение товарооборота, производство товаров и услуг), а также предпринимательскую сферу. Благодаря туризму,



увеличиваются доходы многих местных предприятия, таких как: культурные и развлекательные организации (музеи, выставки, памятники); транспортные предприятия; предприятия, изготавливающие сувениры, специальное туристское снаряжение и народный промысел.

Развитие туристской отрасли в Шолоховском районе способно внести свой вклад в разрешение многих экономических и социальных проблем данного муниципального образования. Именно за счет мобилизации активности муниципального образования и повышения эффективности использования ресурсов путем развития туристической сферы, возможно провести социально-экономические преобразования, с одной стороны, позволяющие значительно увеличить ВРП, а с другой — провести комплекс мер по улучшению социальной среды, по увеличению уровня занятости населения, по увеличению благосостояния граждан, а соответственно, и всего региона в целом.

### **Литература**

1. ГОРЕЛОВА Г. В., ЗАХАРОВА Е.Н., РАДЧЕНКО С.Н. *Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход*. – Ростов н/Дону: Изд-во РГУ, 2006.
2. ЗНАМЕНСКАЯ К.Н., ВАСИЛЕВИЧ Г.Н. *Разработка стратегического выбора муниципального образования: Учебно-методическое пособие* - М.: ФГНУ «Российский научный центр государственного и муниципального управления», 2004 .
3. КАРТАШОВА С.В., УЛЬЯНИШИНА В.Ю. *Методические рекомендации по комплексной оценке и прогнозу социально-экономического развития муниципального образования*. – М.: ФГНУ «Российский научный центр государственного муниципального управления», 2004.

## **КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОНОМИКИ РОССИИ: ГИПОТЕЗЫ И ОЦЕНКИ**

**Лисьев Г.А.**

*(Магнитогорский государственный университет,  
Магнитогорск)  
a\_sys@mail.ru*

Ключевые слова: образование, моделирование, взаимодействие экономики и образования.

### **Введение**

В работе рассматриваются основания для построения имитационной модели взаимодействия макроэкономики России и специфической экономической подсистемы – образовательной системы. Специфика преобразований в экономической области и в системе образования РФ, а также сложный, опосредованный и распределенный характер влияния образовательных процессов, требуют адекватных методов анализа. Когнитивная модель позволяет в данной работе выделить ряд факторов и их возможное взаимодействие для дальнейшего анализа (статистического, имитационного).

### **Основания для моделирования**

Автор осознает, что система образования (все ступени), является органической частью национальной экономики. Однако для более осознанного управления и выработки стратегий развития образования рассматривается модель, в которой экономические процессы (связанные с созданием добавленной ценности, в том числе и знаний), искусственно разделены с образовательными процессами.

Необходимость моделирования особенностей взаимодействия подсистем образование и реальной экономики в общей системе государства (этнуса), обусловлена, на взгляд автора, следующими соображениями:

1) переходом от планового управления подсистемами государства к «техническому» регулированию и саморегулированию («техническое» регулирование в данной работе определяется как управление сложной системой при помощи законов и государственного влияния на основные макроэкономические показатели);

2) изменением общественного видения, как целей образования, так и средств его обретения;

3) вступлением в эпоху экономики, основанной на знаниях (knowledge based economic);

4) превращением России в конгломерат (федерацию) столь различных по своим характеристикам регионов, что Евросоюз в современных условиях кажется более однородным государством (достаточно прочесть аналитические отчеты UNESCO по основным макроэкономическим показателям в странах ЕЭС и сравнить их со статистикой сайта «Федеральной государственной службы по статистике РФ», отражающего региональные показатели статистического учета).

Изучение особенностей российского образования позволяет выделить группы факторов, оказывающих *положительное, отрицательное* и *дуальное* воздействие на исследуемую систему. На когнитивной карте эти факторы обеспечивают соответственно дуги положительного, отрицательного и порогового влияния. Последний факт отражает известную мудрость: «во всем надо знать меру...». Превышение некоторого порогового уровня будет означать скачкообразное изменение свойств, фазовый переход.

*Факторы, негативно влияющие на межсистемное взаимодействие:*

1) низкий уровень основных доходов преподавателей;

2) влияние международных систем на принятие решений в области образования;

3) высокая дифференциация доходов в различных регионах и отраслях народного хозяйства;

4) высокий уровень коррупции в образовании: наличие «серых» и «черных» затрат в сфере образования снижает уровень доверия и к самому процессу образования, и к его результатам,

выраженным соответствующими дипломами, удостоверениями и т.п.;

5) развитие «структурной безработицы», обусловленной «перепроизводством» по отдельным специальностям высшего образования (педагогика, управление, финансы и др.).

*Факторы, имеющие положительное влияние:*

1) государственное стимулирование новых форм и методологий образования;

2) устойчивое желание граждан дать образование детям (см. отчеты по «Мониторингу образования», ГУ ВШЭ);

3) инвестиции в начальное образование, которые приносят значительные выгоды обществу [5].

*Дуалистические факторы:*

Эта группа факторов, по мнению автора, может иметь как положительное, так и отрицательное влияние на системное поведение и межсистемное взаимодействие. Эти факторы можно отнести к социально-психологическому фону, в котором развиваются экономические процессы:

1) «пассионарность» [1] - рассматривается в данной работе, как готовность к временным жертвам для достижения главной цели. Условно, если пассионарность меньше «1», то она является отрицательным фактором, т.е. «гасит» внешние усилия на уровне страта или всего общества. Если больше «1», то общество (страт) готовы прилагать усилия, даже если они не поддерживаются напрямую экономически;

2) «уникальность» - вводится в работе, как обобщенный фактор специфики образовательной системы в данной культурной (шире – социокультурной) среде. «Уникальность» можно рассматривать в виде стратегического ресурса, воспроизведение которого в других странах или невозможно, или затруднительно. Снижение уникальности ниже некоторого порога в контексте данной работе равноценно потери социокультурной особенности, что снижает экономический эффект от инвестиций в образование, особенно в начальное и среднее;

3) создание конкурентной среды в виде федеральной и региональной поддержки «преуспевающих» учебных заведений и отдельных коллективов (преподавателей). Дуализм фактора в

этом случае проявляется в крайних выражениях «рапортерства» - красивые отчеты и/или использование личного влияния на бюджетное финансирование.

### **Литература**

1. ГУЦ А.К. и др. *Социальные системы. Формализация и компьютерное моделирование: Учебное пособие* // ГУЦ А.К., КОРОБИЦЫН В.В., ЛАПТЕВ А.А., ПАУТОВ Л.А., ФРОЛОВА Ю.В. – Омск, Омский гос. ун-т, 2000. – 160 с.
2. *К обществам знания / Всемирный доклад ЮНЕСКО.* – UNESCO: Paris, 2005.
3. *Мониторинг экономики системы образования: Затраты домохозяйств на рынке высшего образования* // Информационный бюллетень №2. – М.: ГУ-ВШЭ, 2003.
4. *Россия в цифрах: Образование.* – Режим доступа: <http://www.gks.ru/wps/portal>.
5. *Финансирование образования – инвестиции и доходы: Анализ международных индикаторов образования.* Издание 2002 // Институт статистики ЮНЕСКО, 2002. – Режим доступа: [http://www.unesco.ru/rus/books/publ/fin\\_edu.php](http://www.unesco.ru/rus/books/publ/fin_edu.php)
6. *Education at a Glance: OECD Indicators - 2006 Edition.* – Режим доступа: <http://www.oecd.org/department>.
7. *Educational equity and public policy: Comparing results from 16 countries* // UNESCO Institute for Statistics, Montreal, 2007.- [http://www.uis.unesco.org/template/publications/UIS/WP6\\_Sherma\\_FINALwc.pdf](http://www.uis.unesco.org/template/publications/UIS/WP6_Sherma_FINALwc.pdf)

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ВЗАИМОВЛИЯНИЙ ФАКТОРОВ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ «ЖОК»**

**Орлов А.И.**

(МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва)

[orlov@ibm.bmstu.ru](mailto:orlov@ibm.bmstu.ru)

Ключевые слова: когнитивный подход, организационно-экономическое моделирование, сценарий.

### **Введение**

Цель доклада – рассказать об опыте практического использования когнитивного подхода при организационно-экономическом моделировании. Основой послужили работы [2, 4]. На их основе был разработан метод и программный продукт ЖОК (по первым буквам членов исследовательского коллектива). По заказу Минфина РФ они применялись для анализа взаимовлияний факторов, определяющих динамику налогооблагаемой базы и сбора подоходного налога с физических лиц, налога на имущество, налогов и сборов за пользование природными ресурсами и др. [1]. Проведенная работа подробно описана в учебниках «Эконометрика» [5] (п.6.4, с.183-189), «Прикладная статистика» [6] (пп.10.3 – 10.5, с.451-489), «Теория принятия решений» [7] (гл.5 части IV, с.533-573).

### **1. Метод ЖОК оценки результатов взаимовлияний факторов**

Различные субъекты и факторы экономической жизни постоянно влияют друг на друга. Как правило, для каждого из рассматриваемых экономических субъектов (и факторов) можно выделить «непосредственное окружение», которое оказывает на него влияние в конкретный момент. На него же этот субъект оказывает некоторое обратное влияние. Волны влияний, порожденные разными субъектами, распространяются по всей сово-

купности, частично усиливают друг друга, частично погашают, порождая в каждый момент времени новые волны.

Разработан компьютерный метод ЖОК [1], предназначенный для оценки результатов влияния описывающих ситуацию факторов на итоговые показатели и друг на друга. Он позволяет получать выводы, полезные для управления различными экономическими структурами на микро- и макроуровнях, от бригад и предприятий до государства и планеты. Этот метод использует модель многомерного временного ряда, в которой коэффициенты непосредственного влияния факторов друг на друга и начальные условия задаются экспертами, т.е. представляет собой синтез экспертных и экономико-математических методов. Опишем основные составляющие этого метода.

Сначала экспертным путем определяется список факторов, которые необходимо учитывать при анализе конкретной ситуации. В качестве примера рассмотрим типовое промышленное предприятие. Для него такими факторами являются, видимо, устойчивость развития, уровень рентабельности, оценка состояния основных и оборотных фондов, положение на рынке, кадровый потенциал, финансовое положение, технологический уровень, технический уровень и качество продукции, степень учета экологических требований, уровень сертификации, научно-технический потенциал и степень его использования, положение в социальной сфере, развитость профсоюзного движения, оценка отношений с конкурентами и властями, и т.д. Основная часть перечисленных факторов носит качественный характер.

Далее определяются необходимые для работы модели начальные уровни факторов, соответствующие начальному состоянию. Они оцениваются экспертами по шкале от (-1) до (+1) с шагом 0,1. Затем они же составляют блок-схему непосредственных влияний факторов друг на друга и оценивают степень непосредственных влияний с помощью такой же шкалы. Получаем экономико-математическая модель в виде взвешенного ориентированного графа с начальными данными в вершинах. Затем просчитываем итерации вплоть до получения стабильного состояния.

Модель позволяет изучить развитие экономической ситуации при различных сценариях. Сценарий «Прогноз» показывает

результат при отсутствии управляющих воздействий. В сценариях типа «Поиск» осуществляется эвристический процесс оптимизации, а также анализ поведения системы при тех или иных воздействиях на начальные значения факторов. В сценариях типа «Оптимизация» кроме списка управляющих факторов задаются целевые факторы и условия на них, которых необходимо добиться. Обычно это - условия выхода на определенные уровни, например, рентабельность - не менее 0.5, а социальная напряженность - не более 0.3. С помощью оптимизационных алгоритмов находится наилучшее управление, позволяющее достигнуть цели или максимально к ней приблизиться.

Стабилизация обычно наступает через 15-25 итераций. Возможно, сам факт стабилизации является самым важным методологическим выводом из экспериментов с моделью ЖОК: «После первоначальных всплесков замкнутая экономическая система стабилизируется, хотя бы и на весьма низком уровне производства и потребления».

Для эффективной работы специалиста желательно, чтобы общее число факторов, используемых в конкретной модели, не превышало 20, а число непосредственных взаимосвязей – 40.

## **2. Результаты моделирования**

Система ЖОК с успехом использовалась для анализа ряда конкретных экономических ситуаций, в частности, процессов налогообложения (см. введение). Построенная серия эконометрических моделей обладала некоторыми общими чертами. Прогноз, исходящий из современного экономического положения, во всех случаях указывал на дальнейшее ухудшение ситуации. Активное вмешательство государства в экономику приводило к значительному улучшению показателей, в то время как управление с помощью чисто экономических (монетаристских) методов не позволяло улучшить исходное положение. Полученные результаты подтверждают необходимость активного регулирования государством экономических процессов.

Другие примеры применения системы ЖОК касались оптимизации экономической стороны деятельности промышленного предприятия или организации в иной сфере, экономических

взаимоотношений отраслей народного хозяйства, а также макроэкономического моделирования, в ходе которого удалось вскрыть две неточности в основной схеме известной монографии [3], а затем исправить их, включив дополнительные блоки в соответствующую модель.

### Литература

1. ЖИХАРЕВ В.Н., ОРЛОВ А.И., КОЛЬЦОВ В.Г. *Новый эконометрический метод «ЖОК» оценки результатов взаимовлияний факторов в инженерном менеджменте* / Проблемы технологии, управления и экономики. Ч.1. Краматорск: Донбасская государственная машиностроительная академия, 1999. С.87-89.
2. КОРНОУШЕНКО Е.К., МАКСИМОВ В.И. *Управление процессами в слабоформализованных средах при стабилизации графовых моделей среды* / Труды ИПУ РАН. Т. 2, 1999.
3. МАККОННЕЛЛ К.Р., БРЮ С.Л. *Экономикс: Принципы, проблемы и политика. В 2-х т.: Т.1. Пер. с англ. 11-го изд.* М.: Республика, 1995. - 400 с.
4. МАКСИМОВ В.И., КОРНОУШЕНКО Е.К. *Аналитические основы применения когнитивного подхода при решении слабоструктурированных задач* / Труды ИПУ РАН. Т. 2, 1999.
5. ОРЛОВ А.И. *Эконометрика*. М.: Экзамен, 2004. - 576 с.
6. ОРЛОВ А.И. *Прикладная статистика*. М.: Экзамен, 2006. – 671 с.
7. ОРЛОВ А.И. *Теория принятия решений*. М.: Экзамен, 2006. - 576 с.

## КОГНИТИВНАЯ КАРТА ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И СЕТЕВЫХ ЭНЕРГОКОМПАНИЙ

Ярыгина Л.В., Перова М.Б.

(Вологодский государственный технический университет)  
mperova@mail.ru

Ключевые слова: когнитивная карта, взаимосвязь, сельскохозяйственные предприятия, сетевая энергокомпания.

Решение задачи согласования экономических интересов сельскохозяйственных предприятий и сетевых энергокомпаний требует, прежде всего, формального анализа взаимного влияния поставщиков и потребителей электроэнергии. Этой цели служит когнитивный подход. На когнитивной карте (рис. 1) показана экономическая взаимосвязь сельскохозяйственного предприятия и сетевой энергокомпании и влияние изменения тарифа на услуги по передаче электроэнергии на результаты деятельности обоих предприятий.

Для производства запланированных объёмов сельскохозяйственной продукции необходимо определённое количество электроэнергии. Знак «+» на дуге (1,2) показывает, что повышение размера тарифной ставки приведёт к увеличению затрат потребителя, и наоборот. Соответственно изменится себестоимость единицы продукции (знак «+» на дуге (2,3)). Таким образом, на первый взгляд сельскохозяйственные предприятия заинтересованы в снижении тарифной ставки на услуги по передаче электроэнергии.

Энергокомпания стремится к возмещению своих расходов и получению прибыли, необходимой для эффективного функционирования и развития. Она заинтересована в увеличении размера тарифной ставки.

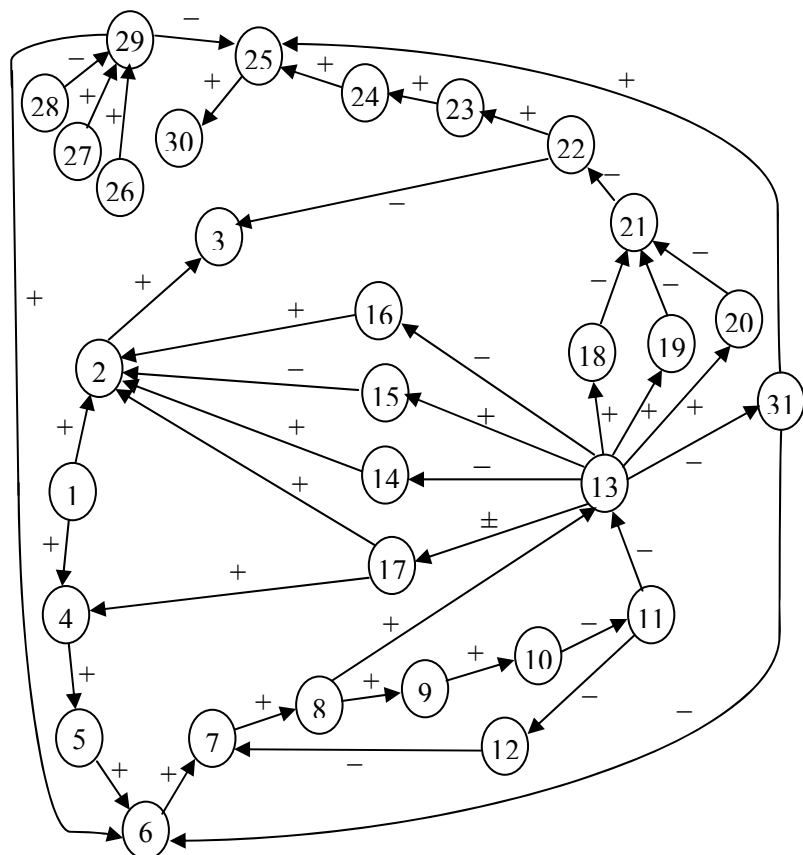


Рис. 1. Когнитивная карта взаимосвязей электроэнергетики с сельскохозяйственным производством

где 1- тарифная ставка на электроэнергию для сельскохозяйственных потребителей;

2 – затраты на производство сельскохозяйственной продукции;

3 – себестоимость единицы сельскохозяйственной продукции;

4 – тарифная выручка энергокомпании;

5 – прибыль энергокомпании от реализации услуг по передаче электроэнергии;

6, 7 – балансовая и чистая прибыль энергокомпании;

8 – прирост основных производственных фондов энергокомпании в условных ремонтных единицах;

9 – балансовая стоимость основных производственных фондов энергокомпании;

10 – амортизация основных производственных фондов энергокомпании;

11 – износ основных производственных фондов энергокомпании;

12 – налог на имущество энергокомпании;

13 – качество электроснабжения сельскохозяйственных потребителей;

14 – интенсивность отказов электрооборудования сельскохозяйственного предприятия;

15 – срок службы электрооборудования сельскохозяйственного предприятия;

16 – перерасход ресурсов в сельскохозяйственном производстве;

17 – расход электроэнергии в сельскохозяйственном производстве;

18 – сохранность животных и растений;

19 – продуктивность животных, урожайность растений;

20 – качество сельскохозяйственной продукции;

21 – недополучение сельскохозяйственной продукции;

22 – Объем сельскохозяйственной продукции в натуральном выражении;

23 – выручка от реализации сельскохозяйственной продукции;

24 – прибыль от реализации сельскохозяйственной продукции;

25 – балансовая прибыль сельскохозяйственного предприятия;

26 – нарушение сроков оплаты за потребленную электроэнергию;

27 – несоблюдение объемов и режимов электропотребления;

28 – поддержание качества электроснабжения на нормируемом уровне;

29 – штрафы сельскохозяйственного предприятия за нарушение правил эксплуатации электрических сетей и сроков платежей за потребленную электроэнергию;

30 – чистая прибыль сельскохозяйственного предприятия;

31 – штрафы энергокомпании за снижение качества электроснабжения.

Рассмотрим связи (1,4), (4,5), (5,6) и (6,7). Все дуги со знаком «+». Если тариф на передачу электроэнергии повысится, то увеличится тарифная выручка энергокомпании, а также прибыль от реализации услуг по передаче электроэнергии, балансовая и чистая прибыль. Кроме того, обеспечивается возможность осуществления расширенного воспроизводства основных производственных фондов в большем объёме (дуга (7,8)), что в свою очередь способствует повышению качества электроснабжения (дуги (8,13) и (8,9), (9,10), (10,11), (11,13)). При этом необходимо принимать во внимание взаимодействие факторов в контуре 7, 8, 9, 10, 11, 12, 7. Обновление основных производственных фондов сокращает их износ, увеличивает балансовую стоимость и размер амортизационных отчислений. В результате сумма налога на имущество растёт. Соответственно снижается величина чистой прибыли энергокомпании. Таким образом, влияние импульса в вершине 7 будет компенсироваться действием контура, и поведение системы стабилизируется. Факторы 7, 8, 9, 10, 11, 12 образуют контур, противодействующий отклонению.

Улучшение качества электроснабжения способствует поддержанию нормативных значений параметров микроклимата в помещениях, что обеспечивает повышение сохранности животных и растений, увеличение продуктивности и урожайности, а также улучшение качества сельскохозяйственной продукции (знак «+» на дугах (13,18), (13,19), (13,20)), и наоборот. Связи факторов 18, 19, 20 с фактором 21 отрицательные. Например, качество электроснабжения снизилось. Тогда сельские товаропроизводители получают меньше продукции, что повлияет на финансовые результаты их работы. Прежде всего, уменьшится выручка от реализации продукции (знак «+» на дуге (22,23)). Соответственно снизятся прибыль от реализации продукции, балансовая прибыль и чистая прибыль (знак «+» на дугах (23,24),

(24,25) и (25,30)). Кроме того, произойдёт увеличение себестоимости единицы продукции (связь между факторами 22 и 3 отрицательная).

Снижение качества электроснабжения также вызывает изменение интенсивности отказов электрооборудования (знак «-» на дуге (13,14)) и срока его службы (знак «+» на дуге (13,15)). Особо следует рассмотреть связь между факторами 13 и 17. Она может быть как положительной, так и отрицательной. Качество электроснабжения характеризуется надёжностью электроснабжения и качеством электроэнергии. Показателями надёжности электроснабжения являются количество и длительность перерывов в электроснабжении. Качество электроэнергии характеризуется системой показателей, основным из которых является отклонение напряжения. Перерывы в электроснабжении приводят к различным последствиям в зависимости от того, совпадают они с технологическими процессами или нет. Если перерыв в электроснабжении происходит во время выполнения технологических операций, то, как правило, для ликвидации его последствий в дальнейшем электроэнергии требуется больше. Влияние отклонений напряжения от установленных нормативных значений также может быть как положительным, так и отрицательным. Это связано с особенностями потребления электроэнергии электроприёмниками. Например, повышение напряжения на лампах освещения и элементах нагрева приводит к увеличению потребления электроэнергии, а в случае с электродвигателями потребление зависит от степени их загрузки. Таким образом, общий результат отклонений объёмов электропотребления определяется соотношением различных электроприёмников на производственном объекте. Снижение качества электроснабжения, кроме всего прочего, приводит к перерасходу некоторых ресурсов (знак «-» на дуге (13,16)), например кормов. Факторы 14, 15, 16, 17 влияют на фактор 2. Итак, качество электроснабжения неизбежно отражается на результатах работы сельскохозяйственного предприятия.

Энергокомпания обязана компенсировать убытки, причинённые потребителям электрической энергии (дуга (13,31) со знаком «-» и дуга (31,25) со знаком «+»), что сказывается на величине её балансовой прибыли (дуга (31,6) со знаком «-»). Ответственность за выполнение договорных обязательств несут и

потребители (дуги (26,29), (27,29), (28,29) и (29,6)). Своевременно расплачиваясь за электроэнергию, они обеспечивают энергокомпания финансовыми средствами для поддержания и развития электрических сетей. Потребители электрической энергии также влияют на качество электроснабжения.

Анализ связей между сельскохозяйственными предприятиями и сетевыми энергокомпаниями показал, что поддержание нормативных значений показателей качества электроснабжения необходимо для нормального функционирования обоих предприятий. Это обстоятельство следует принимать во внимание при установлении размера тарифа на услуги по передаче электроэнергии. Он должен определяться с учётом результатов взаимодействия сторон. Для сетевой энергокомпании отправным является условие возмещения расходов при оказании услуг конкретному потребителю. Затраты на транспорт электроэнергии существенно зависят от протяжённости линий электропередачи и их загрузки. Кроме того, необходима чистая прибыль, обеспечивающая возможность расширенного воспроизводства основных производственных фондов, что позволит повысить качество электроснабжения. Сельскохозяйственные предприятия стремятся к снижению себестоимости единицы продукции. В связи с тем, что увеличение тарифа на передачу электроэнергии способствует улучшению качества электроснабжения, то и для сельскохозяйственных предприятий это может оказаться выгодным, поскольку одновременно с ростом затрат уменьшаются убытки, вызванные низким качеством электроснабжения. Можно определить размер тарифной ставки, при котором достигается минимум себестоимости единицы продукции сельского хозяйства. Следовательно, при формировании дифференцированных тарифов на передачу электроэнергии следует учитывать взаимное влияние сельскохозяйственных предприятий и сетевых энергокомпаний.

## ПРОЦЕСС РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ: КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ АСПЕКТ

**Клебанова Т.С., Раевна Е.В.**  
(Харьковский национальный экономический  
университет, Харьков)  
olena\_raev@mail.ru

Ключевые слова: процесс развитие предприятия, класс, тип, вид развития.

Процесс развития такой сложной социально-экономической системы как предприятие, с одной стороны, синтезирует общие для всех систем законы поведения, концептуально-методологические подходы и инструментарий его изучения, с другой стороны, является уникальным и специфичным для отдельно взятого предприятия. Такая уникальность зависит, прежде всего, от присутствия в системе человеческого фактора, который обуславливает наличие неопределенности и стохастичности ее поведения и является источником возникновения многообразных сценариев развития. В связи с этим, для понимания сущности процесса развития предприятия, его нелинейной природы, обусловленной флуктуациями диссипативной конкурентной среды, а также разработки разнообразных механизмов управления его развитием возникает необходимость решения задачи классификации данного процесса. На рис. 1 приведена топология процесса развития предприятия.

Сущность разработанной классификации заключается в представлении процесса развития в виде дескриптивной модели, определяющей внешнее восприятие данного процесса, параметры его идентификации, характеристики и свойства. Наименование выделенных классификационных групп раскрывает отличительные характеристики и особенности *волнового характера* процесса развития предприятия и базируется на следующих критериях:

- наличие доминирующей тенденции развития предопределяет *класс развития*;
- характер трансформационных преобразований формирует *тип развития*;



– сила адаптивных свойств предприятия обосновывает *вид* развития.

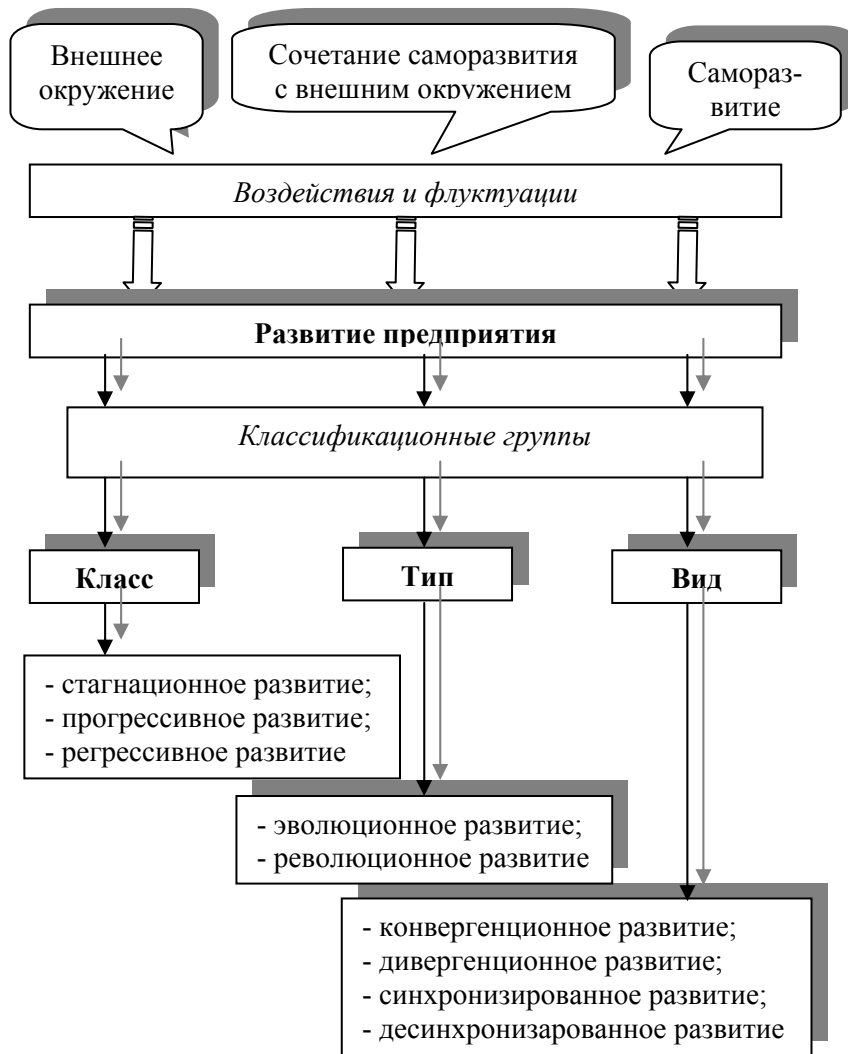


Рис. 1. Топология процесса развития предприятия

Рассмотрим подробнее содержание выделенных классов процесса развития предприятия.

Первопричиной процесса развития предприятия выступают различные воздействия, имеющие регулярный или случайный характер и подразделяющиеся на внешние и внутренние. Таким образом, процесс развития может определяться условиями, сложившимися во внешней среде, особенностями процесса саморазвития предприятия либо их синтезом. Так как данный процесс имеет циклическую природу, то определенные стадии и фаза цикла развития предприятия, прежде всего, различаются набором реальных и потенциальных его возможностей. Отсюда следует тот вывод, что предприятие на различных стадиях и фазах цикла развития по-разному реагирует на синергетический эффект проявлений внешних и внутренних воздействий. В связи с этим, выделяются три основных случая, характеризующих соответствующие классы развития:

Случай 1. Отсутствие существенного синергетического эффекта в системе от воздействий, соответствует *классу стагнационного развития*. Данная ситуация характеризуется слабой восприимчивостью системы как к конструктивным, так и к деструктивным воздействиям. Предприятие в некоторых проявлениях приобретает черты закрытой системы, например, с целью повышения либо уменьшения степени своей сложности, избирательного реагирования на воздействия внешней среды и т.п. Наиболее вероятный период возникновения стагнационного развития – области возле точек бифуркации цикла развития предприятия, где степень хаотичности и стохастичности его поведения максимальна. Однако данный путь развития, в конечном итоге, втянет систему в странный аттрактор, то есть аттрактор разрушения, что приведет к ее ликвидации;

Случай 2. Наличие положительного синергетического эффекта в деятельности предприятия, соответствует *классу прогрессивного развития*. В этом случае предоставляющиеся возможности внешней среды резонируют с существующим потенциалом предприятия и способствуют повышению продуктивности деятельности предприятия, а деструктивные внешние возмущения успешно погашаются эффективным внутренним ме-

неджментом. Характерно для стадии восходящего развития предприятия, соответствует аттрактору прогресса.

Случай 3. Наличие отрицательного эффекта в деятельности предприятия, соответствует *классу регрессивного развития*. Ситуация отражает постепенное либо стремительное ухудшение основных системообразующих характеристик предприятия из-за воздействия флуктуаций внешней среды. При этом конструктивные флуктуации не оказывают своего положительного влияния в силу существенного ограничения ресурсных возможностей предприятия и невозможности осуществления реакции на них в полном объеме, а последствия деструктивных флуктуаций усиливаются неэффективным внутренним менеджментом. Характерно для стадии нисходящего развития, соответствует аттрактору регресса.

Предложенная классификация процесса развития предприятия позволяет выделить характерные особенности его поведения, обусловленные стадией цикла развития и, следовательно, направлена на повышение качества управления развитием предприятия.

### **Литература**

1. БЕЛЯЕВ А.А., КОРОТКОВ Э.А. *Системология организаций*. – М.: ИНФРА-М, 2000.– 184 с.
2. БЛЕХМАН И.И. *Синхронизация в природе и технике*.– М.: Наука, 1981.– 352 с.
3. ЕРОХИНА Е.А. *Развитие национальной экономики: системно-самоорганизационный подход*. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1999.– 160 с.
4. МИЛЬНЕР Б.З. *Теория организаций / Курс лекций для вузов по спец. «Менеджмент»*.– М.: ИНФРА-М, 1999.– 336 с.

## **КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА**

**Солохин С.С.**

*(Южный федеральный университет, Таганрог)*  
gimu@mail.ru

Ключевые слова: регион, рекреация, система, модель, развитие, сценарий

На современном этапе развития в России науки, одним из приоритетных направлений в исследованиях перспектив экономического роста в стране являются исследования социально-экономических систем, в т.ч. и рекреационной.

Нет сомнений в том, что рекреационная система является необходимой как с позиции индивидуума, так и с позиции страны, которая в своем развитии должна позаботиться об охране и восстановлении трудовых ресурсов общества. Существует дилемма: с одной стороны - существует достаточно обоснованное мнение о социальной значимости рекреационной системы, а с другой - не достаточно отработан подход к анализу ее экономической эффективности, не предложено еще экономико-математической модели взаимодействия с социально-экономической системой региона, позволяющей анализировать различные аспекты этого взаимодействия и строить в дальнейшем информационную систему поддержки управленческих решений. Это обуславливает актуальность исследования экономических аспектов функционирования рекреационной системы на региональном уровне. Научный и практический интерес к данному объекту исследования, с позиций современности, выражен в изучении экономических процессов, сопровождающих рекреационную деятельность, их анализе, моделировании, прогнозе и разработке на этой основе обоснованных и эффективных управленческих решений по стратегическому развитию рекреационной системы.

Когнитивное моделирование положено в основу разработки стратегий устойчивого развития России, работы Коптюга, Мат-

росова, Максимова и других, в этой области широко известны.

Под устойчивым развитием социально-экономических систем мы понимаем сложное динамическое свойство класса управляемости, сочетающее в себе требования: попадания траектории развития за определенное время в целевое множество состояний; не выхода ее на прогнозном интервале времени из некоторого множества «безопасных» состояний; почти монотонного возрастания некоторых показателей развития на определенном интервале времени с последующим сохранением их в заданных интервалах допустимых значений; устойчивости программной траектории; гармонизации интересов сторон [1].

Необходимость устойчивого развития Южного федерального округа (ЮФО) обуславливается не только необходимостью стабильного функционирования хозяйственного комплекса на территории округа, но и новыми, в том числе, рыночными, тенденциями. На основе теоретических положений региональной экономики, базисных знаний о социально-экономических системах, и материалов по предметной области из нескольких сот параметров было отобрано 60 пригодных для характеристики экстенсивных, интенсивных и структурных признаков природы, хозяйства и социума в ЮФО. На этом основании была разработана когнитивная модель (рис. 1) взаимодействия рекреационной и социально-экономической систем ЮФО [2,3].

Здоровье населения является стратегически важным условием устойчивого развития страны, и продуктом функционирования рекреационной системы. Возможность рекреационной системы поддерживать эту устойчивость и составлять доходную статью бюджета делает ее поистине уникальной социально-экономической подсистемой, а ее функциональная структура и взаимосвязи с внешней средой заслуживают исследования.

В модель были введены особенности экономического механизма ЮФО, структурные элементы промышленного комплекса, основные элементы и особенности рекреационной системы.

Все это добавило адекватности созданной модели.

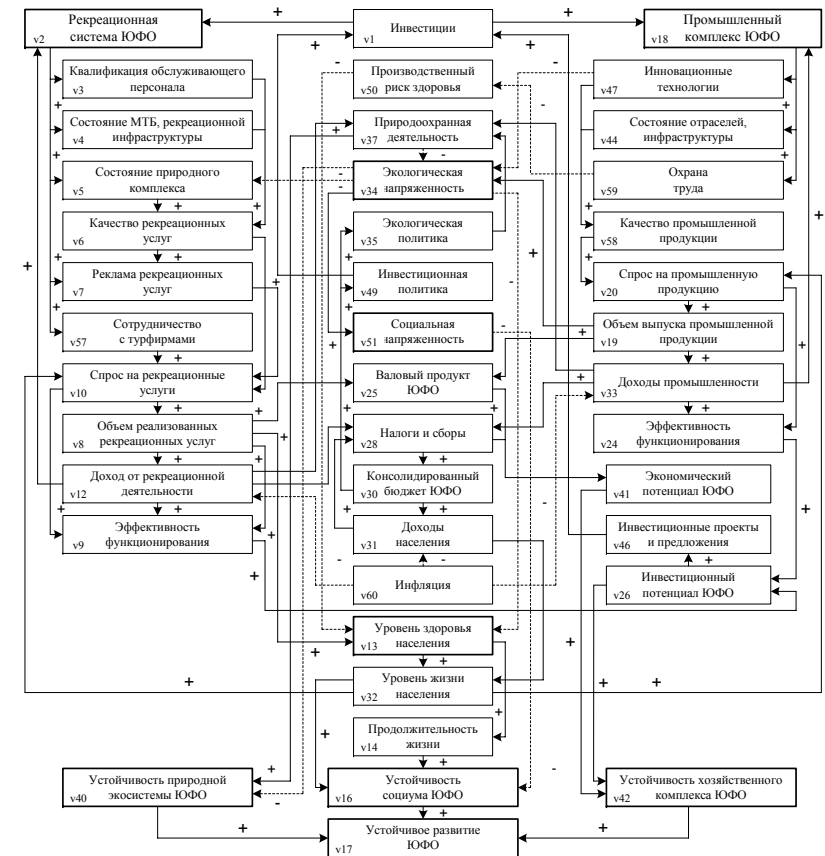


Рис. 1. Когнитивная модель взаимодействия рекреационной и социально-экономической систем ЮФО

В модели также нашел отражение комплекс условий формирования устойчивого развития ЮФО. Сценарные условия для исследования были разработаны на основе: анализа социально-экономического развития России за период 2000-2007 гг.; основных направлений социально-экономической политики РФ на долгосрочную перспективу и обобщения прогнозов социально-экономического развития на среднесрочную перспективу.

Целью когнитивного моделирования являлось получение новых знаний об особенностях и масштабе взаимодействия рек-

реационной и социально-экономической систем ЮФО. Эти знания позволили эффективно управлять этим взаимодействием и предложить комплекс мер по устойчивому развитию ЮФО.

Анализ импульсных процессов в модели показал следующие результаты моделирования. При поступлении в модель управляющих воздействий:  $q_{v1} + 1$  (реализация инвестиционных проектов),  $q_{v2} + 3$  (комплекс эффективных управленческих решений в «рекреационной системе»),  $q_{v13} - 1$  (ухудшение состояния здоровья населения),  $q_{v22} + 1$  (усиление рыночной конкуренции),  $q_{v34} + 1$  (повышенный уровень экологической напряженности),  $q_{v37} + 1$  (усиление природоохранной деятельности),  $q_{v39} + 1$  (рост безработицы),  $q_{v51} + 1$  (повышенный уровень социальной напряженности),  $q_{v60} + 1$  (инфляция) (рис. 2).



Рис. 2. Импульсный процесс

Комплекс введенных в модель управляющих воздействий, создал сложные условия для функционирования «рекреационной системы», но принятые адекватные меры по стабилизации ситуации (эффективные управленческие решения) позволяют вести речь о том, что в обеспечении «устойчивого развития» ЮФО «рекреационная система» занимает важное место, и изменения в ней отражаются на «устойчивости социума» (занятость, доходы, здоровье населения) и «устойчивости природной экосистемы», на которые не способна воздействовать «промышленность», поэтому «инвестиции» в «рекреационную систему» вполне целесообразны и необходимы.

Видится необходимость в данном случае отслеживать ситуацию и вносить корректирующие воздействия в «рекреационную систему» и «природоохранную деятельность», дабы кон-

тролировать развитие ситуации в сценарии.

Проведенные сценарные исследования показывают весьма существенную зависимость изменения целевых факторов «эффективности функционирования рекреационной системы» и «устойчивого развития ЮФО» от степени от степени комплексного воздействия на управляющие факторы: «рекреационная система», «инвестиции» и «природоохранная деятельность», причем, в некоторых ситуациях, что, возможно, связано с риском, «инвестирование» в «рекреационную систему» не способствует благоприятному развитию ситуации. Выявленные особенности функционирования рекреационной системы позволили сделать вывод о том, что необходимо комплексное внесение управляющих воздействий.

В докладе результаты исследований даны кратко и достаточно фрагментарно, т.к. целью доклада была иллюстрация основных идей и части результатов, полученных к настоящему времени.

## Литература

1. КУЛЬБА В.В. *Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем*. - М.: ИПУ РАН, 2002
2. СОЛОХИН С.С. *Применение когнитивного подхода в исследовании рекреационной системы региона // Актуальные проблемы экономики: Материалы Известий ТРТУ*. - Таганрог, 2005. - № 5.
3. СОЛОХИН С.С. *Моделирование взаимодействия рекреационной и социально-экономической систем региона на основе когнитивного подхода // Труды международной научно-практической конференции «Туризм и Рекреация: фундаментальные и прикладные исследования»*. - М.: МГУ, 2006.

## КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ ТРЕТЬЕГО СЕКТОРА

**Шадрикова А.П.**

*(Кафедра публичной политики, ГУ – ВШЭ)*

ashadrikova@hse.ru

Ключевые слова: некоммерческая организация, стратегическое планирование, когнитивное моделирование

В странах с рыночной экономикой принято выделять три сектора, из которых к первому относится государство, ко второму – коммерческие структуры или бизнес, к третьему - некоммерческие организации, которые образуются по принципу самоуправления и самоорганизации граждан для проведения изменений и защиты интересов в социально-политической сфере.

Деятельность некоммерческих организаций (далее – НКО) является результатом выбора заинтересованных сторон, поиска и привлечения ресурсов, как финансовых, так и человеческих. С точки зрения структуры, цели и ресурсы должны быть адекватны и сопоставимы, что является необходимостью, но вовсе не достаточностью. Максимальное соотношение целей и ресурсов равно 1 при условии, что ресурсы использованы и цели достигнуты [1]. Но в России развитие некоммерческого или третьего сектора характеризуется спонтанностью, когда теоретически деятельность организаций должна представлять собой рабочий процесс с четкой и прозрачной системой целей и задач. В данном случае предполагается наличие стратегии и стратегического планирования.

Главное преимущество стратегического планирования состоит в допущении сомнения исторической логики развития. Когда анализ внешнего окружения демонстрирует разработка стратегии, создание системы реинжиниринга деловых процессов и механизмов быстрой организации цепочек формирования

новых ценностей. При такой стратегии деятельности важно учитывать в принятии решения и обрабатывать непредусмотренное сложившимися знаниями давление внешнего мира: придумывать оригинальные решения, подключая интуицию, создавая гибкие и быстрые технологии оказания услуг, так как устоявшиеся традиции и стереотипы уже не помогают составлять прогнозы и действовать.

Для некоммерческих организаций актуальной становится проблема повышения своей значимости не только в публичном (общественном) поле деятельности, но и в политическом. В частности, возникает проблема разработки стратегии по влиянию на органы власти и повышению активности в процессе выработки и принятия политических решений, а также имплементации уже принятых (так называемый общественный / гражданский контроль). То есть НКО становится не просто актором в политическом сообществе, но и стратегическим субъектом [2, 3, 4], способным определить приоритеты деятельности, будущие тенденции, а также пути реализации поставленных приоритетов.

В среде, где остро стоит вопрос доверия между акторами для активного и успешного взаимодействия и развития (в данной работе рассматривается проблема развития НКО), успешен опыт применения схематического когнитивного представления ситуации и ее динамики. Косвенным доказательством такой ситуации служат исследования по проблеме доверия (рис. 1), проведенные Аналитическим центром Юрия Левады в октябре 2006 года\*.

Управленец, лидер, руководитель НКО как и политический менеджер обладает фактически единственным способом оказывать воздействие на объект влияния, то есть общественность, власть и бизнес – информационным.

---

\* Источник: репрезентативный опрос населения N=3021 чел., октябрь 2006, Аналитический центр Юрия Левады.



Рис.1. Проблема доверия

Путем создания определенного информационного поля, направляя определенную информацию на группы, можно рассчитывать на эффективное пробуждение их интереса, появление стремления присоединиться к организации и взаимодействовать с другими субъектами [5].

В данном случае, когнитивное моделирование рассматривается как компьютерное моделирование ментальных или познавательных (когнитивных) процессов. Конструированием таких моделей обычно занимаются когнитивные психологи, объектом исследования которых является человеческое поведение. Когнитивная психология занимается изучением особенностей организации, динамики и формирования знаний человека об окружающем его мире. Речь идет о поиске познавательных базовых конструкций в мышлении, в рамках которых происходит осмыс-

ление реальной информации [6]. Методика когнитивного моделирования включает элементы нескольких научных дисциплин.

Таким образом, когнитивное моделирование позволяет не только выявить тенденции влияния информационных потоков на процесс формирования решения [7] и последующей выработки стратегии деятельности, но и тенденции развития влияния организации на массы, оптимизации механизмов и технологий вовлечения новых граждан и поиску дополнительных ресурсов.

### Литература

1. БЬЯНКИ М., КУВШИНОВА М.А., ТАМПЬЕРИ Л., ГЕРЦ И.В. *Результаты международного исследования стратегий и управления некоммерческими структурами* // Некоммерческие организации в России. № 3, 2006. С. 37-48.
2. ЛЕПСКИЙ В.Е. *Становление стратегических субъектов: постановка проблемы* // Рефлексивные процессы и управление. 2002. Т.2. № 1. С. 5-23
3. РАЙКОВ А.Н. *Самоорганизация в информационном обществе* // Информационные и телекоммуникационные технологии. 2006. № 1. С. 8-12
4. РАЙКОВ А.Н. *Самоорганизация в среде «электронного либерализма»* // Электронный регион. 2005. № 3. С. 6-8.
5. ПУШКАРЕВА Г.В. *Политический менеджмент*. М.: Дело, 2002. – 400 с.
6. БОРИШПОЛЕЦ К.П. *Методы политических исследований*. М.: Аспект-пресс, 2005. – 221 с.
7. МАКРИДАКИС S. *Forecasting, Planning, and Strategy for the 21<sup>st</sup> Century*. New York: Free Press, 1990.

**МАТЕРИАЛЫ КРУГЛОГО СТОЛА  
"КОГНИТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ОБУЧЕНИЕ"**

**INTENTION ESTIMATION AND THE CONCEPT  
OF COGNITIVE CONTROL**

**Jipp M., Bartolein C., Badreddin E.**

*(Automation Laboratory, University of Mannheim, Germany)*

mjipp@rumms.uni-mannheim.de,

badreddin@ti.uni-mannheim.de

Keywords: assistive technology, cognitive modelling

## **1. Introduction**

### *1.1. Motivation*

General purpose and assistive devices aim at simplifying everyday issues and in enhancing the quality of life. However, as evaluations especially of (powered) wheelchairs demonstrate (see e.g., [1]) the available devices imply serious drawbacks: Users spend months and even years learning how to control the device and are sometimes even unsuccessful. This is the case due to the required high number of input commands and their complex and unintuitive order. Both aspects impose a high cognitive (and sometimes even physical) workload on the user. This is especially evident for electrically powered wheelchairs, which are controlled with speciality controls (e.g., sip-puff devices). Hence, in order to make such devices more usable, the number of input commands needs to be reduced. One way to achieve this is intention estimation.

### *1.2. State-of-the-art: Intention estimation*

Approaches to intention estimation can be classified depending on the level of support they offer [2]: First, methods from the field of robotics were adapted to meet the requirements of assistive technology. These methods only provide support on a very low level. For example, [3] implemented basic behaviours such as wall following.

Second, higher level support realised intention estimation on the basis of probabilistic procedures. For example, [4] extrapolated the route indicated by the user's past input and compared it with potential routes.

## **2. Problem Statement**

As demonstrated, insights about the user's higher cognitive processes have not yet been used in order to implement an intention estimation behaviour. However, it is expected that only an intention estimation behaviour which takes into account the user's cognitive mechanisms influencing the user's decision on his/her actions allows implementing a successful and meaningful intention estimation behaviour. For this purpose, a theory of cognitive control is discussed (see Sect. 3.1 and [5]) as well as a way for its implementation (see Sect. 3.2).

## **3. Solution Approach**

### *3.1. Theory of Cognitive Control*

Various researchers (e.g., [6]) have distinguished different levels of cognitive control as determining the behaviour of a person in a given situation. While these researchers have used distinct categories of cognitive controls, it is here argued that there is a continuous transition determined by the familiarity of the situation:

When confronted with a new situation, no patterns of movements are at hand to achieve a goal. Creative behaviour is executed, which will give the actor valuable information about the environment. The execution of such behaviour provides the actor with information, which will be used to build an internal representation of the environment and to complement other sensory (especially visual) information. Based on such an internal map, ways of achieving the goal are worked out. Their effects will be simulated mentally and the supposedly most promising one realised.

The feedback from this realisation will be used to choose another set of movements, if the original one was a failure. If it was successful, the path from the original state to the desired goal state is

strengthened and the – in a cognitive way – highly demanding process of selecting a suitable activity will be shortened the next time the person is confronted with this situation. Then, the need for applying problem solving and decision making processes is reduced. Instead, the mechanism of choosing an appropriate course of movements will depend on heuristics or rules-of-thumb. These heuristics reflect generalised paths from a current state to the goal state and refer to short-cuts in the process of decision making. If the execution of the action is successful, the path from the current to the goal state will be further strengthened. The only required cognitive effort refers to adapting the parameters of the chosen action, so that it is successful.

With further practice, the action loses even this cognitive component of adaptation and can be implemented in a routinized way without investing cognitive effort. This means that the human being directly perceives the way of achieving the goal state successfully and can directly implement this required set of movement.

### 3.2. Application of the Theory on Cognitive Control on the Problem of Intention Estimation

On the basis of the outlined theory, intention estimation behaviour will be realized in the following manner (see Fig. 1):

An algorithm will be used, which judges the familiarity of the situation. Such a judgment can be based on the number of times the user has been confronted with the same or a very similar situation. For this purpose, methods for classifying the situations can be applied. The output of this algorithm is the relevance of the different levels of intention estimation. The relevance reflects the probabilities of the different cognitive mechanisms being applied by the user for choosing the most appropriate action in a given situation. This is the case, as the cognitive mechanisms underlying action selection depend on the familiarity of the situation (see Sect. 3.1).

An intention estimation behaviour is implemented, which is based on probabilistic methods (see e.g. [4]). This reflects the cognitive mechanisms applied by the user in very familiar situations. Then, simple sensory-motor patterns (routinised behaviour) guide behaviour. This *Level 1 Probabilistic Intention Estimation Behaviour* gives

as an output the estimated intention, the quality of the estimation and its relevance.

A *Level 2 Intention Estimation Behaviour* is implemented which reflects the rule-based mechanisms of choosing appropriate movements, when heuristics are available in a given situation. These rules map the sensory input to patterns of movements and allow adjusting the movements to achieve the given goal. Methods which can be used for realization can be based on the Adaptive Character of Thought – Rational theory (ACT-R, e.g., [7]).

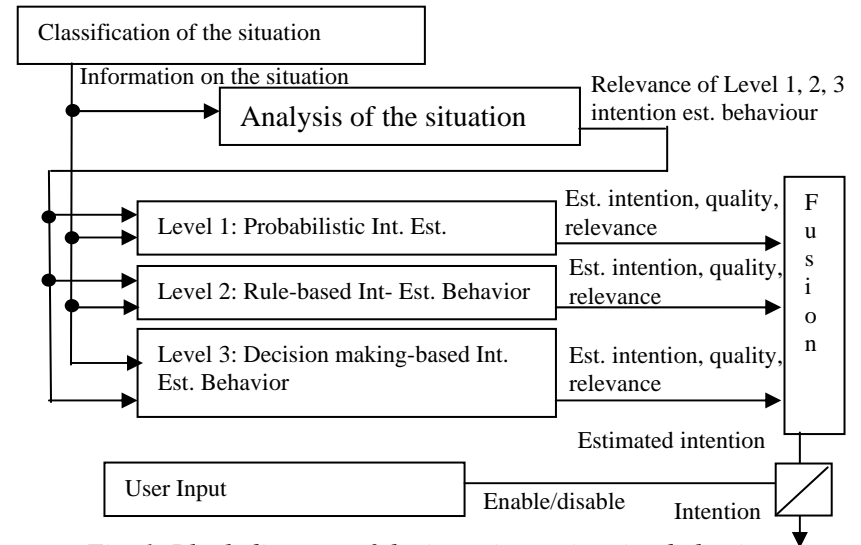


Fig. 1. Block diagram of the intention estimation behaviour

*Level 3 Intention Estimation Behaviour* will mirror the human decision making and problem solving mechanisms in order to estimate the user's future behaviour. For this purpose, e.g., graph theory will be used in order to reflect the current state of the environment, the goal state and potential transmissions or intermediate states. A state can be transformed into another state on the basis of actions. Such a cognitive map can be used for scenario modelling: Possible ways for achieving the goal state can be identified and their costs estimated (e.g., on the basis of the number of required movements).



The pattern of movements, which allows achieving the goal state with the least costs, is expected to be the one chosen by the user's problem solving process (see Sect. 3.1.)

A fusion algorithm will compare and combine the results from the intention estimation algorithms and will give the most probable one as an output. Feedback will be requested from the user about the estimated intention. If the user confirms to the estimated intention, the system can use other sophisticated behaviours (e.g., navigation, see [8]) to support the user in achieving this goal. If the user disagrees, the system will give the second most probably estimated intention as an output and will, again, ask the user for verification.

#### 4. Conclusions

The paper discussed a theory of cognitive control highlighting the cognitive mechanisms underlying the selection of human behaviour. In order to allow a technical system to decide on its user's next behavioural goal by mirroring the human cognitive mechanisms, a way of how the theory of cognitive control can be implemented was presented.

#### References

1. BAILEY, D. M., DEFELICE, T. *Evaluating movement for switch use in an adult with severe physical and cognitive impairments*. American Journal of Occupational Therapy, 1991, 45(1), 76-79.
2. BARTOLEIN, C., WAGNER, A., JIPP, M., BADREDDIN, E. *Multilevel intention estimation for wheelchair control*. Proc. of the European Control Conf., Greece? 2007.
3. LANKENAU, A., RÖFER, T. (2000). *Smart wheelchairs - state of the art in an emerging market*. Zeitschrift Für Künstliche Systeme. Schwerpunkt Autonome Systeme, 2000, 14(4), 37-39.
4. DEMEESTER, E., NUTTIN, M., VANHOOYDONCK, D., & VAN BRUSSEL, H. *A model-based, probabilistic framework for plan recognition in shared wheelchair control: Experiments and evaluation*. IEEE/RSJ Intl. Conference on Intelligent Robots and Systems, Las Vegas, Nevada, 2003.

5. JIPP, M., BARTOLEIN, C., & BADREDDIN, E. *An activity-theoretic approach to intention estimation*. Submitted for publication, 2008.
6. RASMUSSEN, J. *Skills, rules, and knowledge: signals, signs and symbols, and other distinctions in human performance models*. IEEE SMC, 1983, 1(3), 257-266.
7. ANDERSON, J. R. *ACT: A simple theory of complex cognition*. American Psychologist, 1996, 51, 355-365.
8. Badreddin, E. (1995). *Control and System Design of Wheeled Mobile Robots*. Habilitationsschrift, ETH Zurich, Switzerland, 1995.

# CONSTRUCT VALIDATION: THEORY OF STRUCTURED INTELLIGENCE

**Badreddin, E., Jipp M.**

*(Automation Laboratory, University of Mannheim, Germany)*

badreddin@ti.uni-mannheim.de, mjipp@rumms.uni-mannheim.de

Keywords: intelligence, innovation, experience, learning

## 1. Introduction

### 1.1. Motivation

In many disciplines including cognitive sciences, psychology, or computer sciences lots of attention has been devoted to intelligence. This is why a variety of theories of intelligence have been developed in the past (for a summary, see [1]). These theories, however, are isolated approaches developed for the requirements of research in their underlying discipline. For example, in psychology, intelligence theories have – amongst others – been used in order to predict success at work or differentiate between potentially qualified applicants from unsuitable ones (e.g., [2]). The resulting intelligence constructs are significant predictors, however, do only classify “intelligent behaviour” in categories but do neither provide an explanation of intelligent behavior nor do they allow for implementation in technical systems. An exception is the theory of structured intelligence, which is described in [1, 4] and in Section 3.1. Although research on intelligence has been going on for many decades, there is no generally agreed upon a definition for intelligence and there is no common structured model. Both are, however, necessary for guiding cross-disciplinary research in developing e.g., intelligent decision support systems, efficient human-machine systems or expert systems.

### 1.2. A short history of research on intelligence

The first global intelligence models are characterized by the assumption that intelligence is a homogeneous holistic aptitude to master a given situation. Later models added specific factors to this

general factor of general intelligence. Other researchers disapproved the existence of a general factor of intelligence and proposed a variable number of intelligence factors. These factors were ordered hierarchically by some researchers, while others arranged them on the same level of abstraction and negated a hierarchy between them. A more thorough overview and clear definitions are given in [3].

## 2. Problem Statement

For understanding and implementing intelligent behaviour, it is required to propose a model structure and parameter yielding an experimental platform for further interdisciplinary investigations. In order to yield such a theory, the Theory of Structured Intelligence is described in Section 3.1 and its relationship with other theories discussed (see Section 3.2). The latter is an important step in construct validation and crucial for yielding an accepted theory.

## 3. Solution Approach

### 3.1. Theory of Structured Intelligence

The definition of intelligence, which the Theory of Structured Intelligence makes use of, assumes that the latent construct shows and determines the problem solving capability [1]: A problem is posed through the environment to the intelligent agent. The solution obtained from the intelligent agent is applied to the environment and, herewith, modifies the environment eventually posing new or additional problems to the intelligent agent. This is why intelligence is measured in terms of a metric involving the number of problems and their complexity. Complexity measures are taken from classical complexity theory based on “space” and “time” required to solve a given problem.

The theory’s main structure (as depicted in Fig. 1) assumes that solving a problem consists of two parts, a solution proportion which stems from experience/memorization and a solution proportion which is entirely new stemming from innovation. Both parts are combined and the resulting overall solution to the given problem is learnt, such

that the memorization “data-base” is updated. Accordingly, the theory makes use of four major blocks:

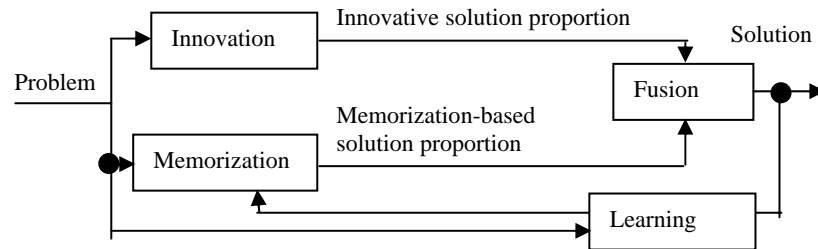


Fig. 1. Theory of Structured Intelligence (adapted from [1])

- Memorization is a knowledge base of past solutions stored in an associative memory. It could, e.g., be realized on the basis of a neural network.

- Innovation is a mechanism providing *unpredictable* solutions. The goal of innovation is to increase the entropy (entropy rate in connection with dynamic systems) of the solution and accordingly, provide a source for updating the memorization knowledge base, which otherwise would remain unchanged. A good model for the innovation process is a chaotic dynamical system (e.g., a double pendulum).

- Fusion is an important mean for merging the solution proportions to the final solution, that is, the one applied to deal with the problem at hand (e.g., network of generalized binary operators).

- Learning refers to the evaluation of a solution (i.e., was it successful or not successful) and updating the knowledge base used in the memorization accordingly.

### 3.2. Empirical and Theoretical Construct Validity of the Theory of Structured Intelligence

In the following, the relationship of the proposed Theory of Structured Intelligence with other theories in the field is discussed, which is an important step in the classification of the newly developed theory.

### 3.2.1 Theory of Structured Intelligence and Theory of Cognitive Control

The Theory of Cognitive Control [4] describes the cognitive mechanisms underlying action selection starting from routinised perception-motor responses in very familiar situations to problem solving mechanisms in unknown environments. In [4], it is argued how these mechanisms can be implemented in a technical system and used for intention estimation. In parallel to the Theory of Structured Intelligence, the Theory of Cognitive Control yields similar outputs: The first states that, while confronted with situations in which no standard solution is available, innovation-based processes determine behaviour or the solution. These innovation-based behaviours equal the creative actions proposed by the Theory of Cognitive Control. When confronted with a problem to which the solution is already saved in the knowledge base and no innovation-based propositions are required, routinized behaviour takes place, which is predictable, in contrast to the creative actions. However, while the Theory of Cognitive Control cannot explain why routinized behaviour is – presumably without reason – changed from the actor, the innovation-based processes of the Theory of Structured Intelligence provides appropriate means.

### 3.2.2 Theory of Structured Intelligence and Theory of Individual Determinants of Skill Acquisition

The Theory of Structured Intelligence has been put in theoretical and empirical relationship with Ackerman’s skill acquisition theory [5]. The theoretical and empirical relationships have been discussed in [6], which clearly demonstrate that the Theory of Structured Intelligence uses a similar concept of intelligence as do the Theory of Individual Determinants of Skill Acquisition and that its distinction between innovation- and memorization-based solutions can be found in the behaviour of human beings acquiring some skills. Especially, when the user is confronted with new situations, his/her behaviour is hardly predictable, while the predictability increases with his/her experience with the situation.

#### 4. Conclusions

Although research on intelligence has been going on for more than 100 years, a unified definition and information on its structure is not yet available. To provide such an approach, the Theory of Structured Intelligence has been introduced in [1]. To gain relevance especially in the different fields interested in intelligence, the theory must be tested and its adequacy proven in various settings. Especially in psychology, the approach of construct validation is an important mean for demonstrating the added value of newly developed theories. For this purpose, the Theory of Structured Intelligence has been put in relationship with the Theory of Cognitive Control and the Theory of Individual Determinants of Skill Acquisition. Similarities between these theories have been demonstrated. The added-value of the Theory of Structured Intelligence is its explanatory component stating how intelligent behaviour is accomplished and the definition of ways of its implementation. Future work aims at implementing the proposed behaviours.

#### References

1. BADREDDIN, E., & JIPP, M. *Structured Intelligence*. International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control, and Automation. CIMCA 2006, Sydney, Australia.
2. KLEINE, D., JÄGER, A. O. *Kriteriumsvalidität eines neuartigen Tests zum Berliner Intelligenzstrukturmodell*. Diagnostica, 1989, 35(1), 17-37.
3. CONRAD, W. *Intelligenzdiagnostik*. In: K.-J. Greffman, & L. Mischel (eds.). Enzyklopädie der Psychologie, 1983, p.104-201.
4. JIPP, M., BARTOLEIN, C., & BADREDDIN, E. *Intention Estimation and the Concept of Cognitive Control*. 7<sup>th</sup> International Conference on Cognitive Analysis, 2007, Moscow. Russia.
5. Ackerman, P. L. *Determinants of individual differences during skill acquisition: Cognitive abilities and information processing*. Journal of Experimental Psychology: General, 1988, 117(3), 288-318.
6. Jipp, M., Badreddin, E. (2007). *Theory of Structured Intelligence: Results on innovation-based and experience-based behaviour*. International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics, Angers, France, 2007.