
ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Научно-практический журнал

**Том 5
Выпуск 8
2013**

Главный редактор – **Ф.П. ТАРАСЕНКО**, д-р техн. наук, проф., ТГУ (Томск)

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

БОЙКО Е.А.,

канд. полит. наук, доц.,
СибАГС (Новосибирск)

ВОЛКОВА В.Н.,

д-р экон. наук, проф.,
СПбГТУ (Санкт-Петербург)

ГАГА В.А.,

д-р экон. наук, проф., ТГУ (Томск)

ГАЛАЖИНСКИЙ Э.В.,

д-р психол. наук, проф., ТГУ (Томск)

ДМИТРИЕВ Ю.Г.,

д-р физ.-мат. наук, проф., ТГУ (Томск)

ДУНАЕВСКИЙ Г.Е.,

д-р физ.-мат. наук, проф., ТГУ (Томск)

ЗАГОРУЙКО Н.Г.,

д-р техн. наук, проф.,
ИМ СО РАН (Новосибирск)

ЗВОННИКОВ В.И.,

д-р пед. наук, проф., ГУУ (Москва)

ЛАНКИН В.Е.,

д-р экон. наук, проф., ЮФУ (Таганрог)

ЛАТФУЛЛИН Г.Р.,

д-р экон. наук, проф., ГУУ (Москва)

МАКСИМОВА И.Е.,

канд. ист. наук, доц., ТГУ (Томск)

МЕДВЕДЕВ А.В.,

д-р техн. наук, проф. СибГАУ (Красно-
ярск)

ПОХОЛКОВ Ю.П.,

д-р техн. наук, проф., ТПУ (Томск)

ПУРДЕХНАД ДЖ.,

Ph. D., проф., Ун-т Пенсильвании
(Филадельфия, США)

РЫКУН А.Ю.,

д-р соц. наук, проф., ТГУ (Томск)

СМЫШЛЯЕВА Л.Г.,

канд. пед. наук, доц. ТГУ (Томск)

ТАРАСЕНКО П.Ф.,

канд. физ.-мат. наук, доц., ТГУ (Томск)

ТРЕТЬЯКОВ В.Е.,

д-р пед. наук, проф.,
УрГУ (Екатеринбург)

ЧУБРАКОВ С.В.,

канд. юрид. наук, доц., ТГУ (Томск)

ШИМШИРТ Н.Д.,

канд. экон. наук, доц., ТГУ (Томск)

ЩЕРБИНИН А.И.,

д-р полит. наук, проф., ТГУ (Томск)

Издательство Томского университета

PROBLEMS OF GOVERNANCE

Journal of Science and Practice

**Volume 5
Issue 8
2013**

Tomsk University Publishing House

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ.

ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

<i>Дж. Б. Этюотер, В.Р. Кэннон, А.А. Стивенс.</i> Культивировать системное мышление у следующих поколений лидеров бизнеса ... 6	
<i>Natalia D. Shimshirt.</i> The finance system of innovation in Russia and the problems of efficiency	33
<i>В.А. Кочегуров.</i> Системный подход при моделировании процессов в задачах лечебно-восстановительной медицины	41
<i>Джон Венджер.</i> О системном мышлении в бизнесе.....	49
<i>Фред Саутвик.</i> Университетское сообщество подавляет творчество.....	62
<i>В.Е. Кириенко.</i> Об одном подходе к классификации систем поддержки принятия решений	66
<i>А.А. Дорофеев, Ю.А. Дорофеев, А.Л. Чернявский.</i> Метод ббструктурной группировки объектов в задаче повышения достоверности оценок показателей мониторинга по малым выборкам	74

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ.

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

<i>А.В. Медведев.</i> О компьютерном исследовании активных систем	86
<i>Иона Лерер.</i> Групповое мышление. Миф о мозговом штурме....	105

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ.

ПРОЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЙ И ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

<i>В.А. Пушных.</i> Бизнес-школа в техническом университете: роль и задачи	116
<i>В.А. Филимонов.</i> Системное мышление и кросс-технологии ситуационного центра	124
<i>Адам Тейлор.</i> О реформе системы образования в Финляндии ...	132
Сведения об авторах.....	134
Аннотации статей на английском языке.....	136
Правила оформления материалов, представляемых в редакцию журнала	142

CONTENTS

SECTION ONE. PRACTICE OF GOVERNANCE

<i>J. Brian Atwater, Vijay r. Kannan, Alan A. Stephens.</i> Cultivating systemic thinking in next generations of business leaders	6
<i>Natalia D. Shimshirt.</i> The finance system of innovation in Russia and the problems of efficiency	33
<i>V. A. Kochegurov.</i> System approach to problem of modeling processes in medicine	41
<i>John Wenger.</i> On systems thinking in business	49
<i>Fred Southwick.</i> Opinion: Academy suppresses creativity	62
<i>V. E. Kirienko.</i> About one approach to the classification of decision support systems	66
<i>A.A. Dorofeyuk, J.A. Dorofeyuk., A.L. Chernyavskiy.</i> Objects grouping structural method for enhancing quality of estimates in monitoring under small size samples	74

SECTION TWO. THEORY OF GOVERNANCE

<i>A. V. Medvedev.</i> About computer investigation of active systems	86
<i>Jonah Lehrer.</i> Groupthink. The brainstorming myth	105

SECTION THREE. PROJECTS OF CHANGES AND TRANSFORMATIONS IN GOVERNANCE

<i>Victor Pushnykh.</i> Business school at technical university: role and tasks	116
<i>Viacheslav A. Filimonov.</i> System thinking and cross-technologies of a situational center	124
<i>Adam Taylor.</i> Reform of education in Finland	132
Information about the authors.....	135
Abstracts.....	136
Rules of Submission Papers	142

**РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ.
ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ
СОЦИАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ**

**SECTION ONE.
PRACTICE OF GOVERNANCE**

КУЛЬТИВИРОВАТЬ СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ У СЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ ЛИДЕРОВ БИЗНЕСА

ДЖ. Б. ЭТУОТЕР, В.Р. КЭННОН, А.А. СТИВЕНС

UTAH STATE UNIVERSITY (США)

Сокращенный перевод из журнала

Academy of Management Learning & Education, 2008,

Vol. 7, No. 1, 9–25

В ответ на критику их низкой эффективности обучения студентов принятию решений, многие бизнес-школы приняли попытки модифицировать свои образовательные программы. Мы полагаем, что главным упущением в этих попытках является отсутствие обучения системному мышлению. Хотя многие предметы направлены на развитие врожденной системности у обучающихся, мы считаем, что очень немногие из них учат студентов мыслить системно. Мы предлагаем трёхкомпонентное описание системного мышления и приводим результаты исследования того, как слабо бизнес-школы учат студентов системно мыслить.

Ключевые слова: системное мышление, менеджмент, их преподавание.

.Современные тенденции в экономике породили озабоченность относительно эффективности традиционных подходов к подготовке будущих лидеров бизнеса. Например, жизненный цикл многих продуктов стремительно сокращается, и сегодня уже измеряется несколькими месяцами [1]. Инновации продуктов и процессов быстро распространяются в производственных отраслях и становятся стандартной практикой [2, 3].

Новые технологии помогают компаниям, где бы они ни находились, конкурировать в глобальных масштабах, в результате чего значительно возросло предпринимательство в слабо индустриализованных странах, обостряя мировую конкуренцию во многих отраслях.

Всё говорит о том, что эти тенденции будут только усиливаться. Всё больше компаний включается в программы стандартизации и партнёрства, что только ускоряет восприятие организациями новых идей и практик. Совершенствование информационных технологий тоже значительно облегчает распространение этих идей, ускоряя их внедрение как внутри каждой отрасли, так и во всё большем числе отраслей. Вдобавок ко всему, слабое законодательство в области патентного и авторского права в ряде экономически развивающихся стран затрудняет предотвращение несанкционированного использования интеллектуальных технологий, продуктов и капитала. Всё это резко сокращает время, которое отводится менеджерам на то, чтобы собрать и обработать нужную информацию, оценить последствия разных альтернатив и принять решение.

Поскольку среда, окружающая бизнес, продолжает эволюционировать, важно оценить, насколько эффективно менеджеры подготовлены к встрече с этими всё усиливающимися вызовами. К сожалению, жизненная практика свидетельствует, что менеджеры подготовлены неадекватно. Уолл-Стрит в финансовых сводках ежедневно сообщает о провалах намерений компаний. Плохое управление приводит к частой смене кадров топ-менеджеров: средний срок их службы стал всего 18 месяцев [4]. Только в 2000 г. 40 менеджеров высших уровней в компаниях из «списка журнала *Форчун* 200 лучших фирм» были уволены или отправлены на пенсию [5]. На каждый успешный новый бизнес приходится 25 неудачных. У тех же, кто преодолел начальную фазу бизнеса, средний срок жизни составляет всего 11,5 лет. Дела успешных компаний не намного лучше. Недавние исследования показали, что ежегодно в среднем 30 компаний выбывают из списка *Форчун-500*, а средний срок жизни фирм из рейтинга «S&P – 500» равен всего 25 годам! [3].

Заявления, что образовательные программы по бизнесу неадекватно готовят выпускников к «реальной жизни», не новы. *Гарвард Бизнес Ревю* опубликовал статью на эту тему ещё 30 лет назад [6]. С тех пор эта тема обсуждалась неоднократно, с разных сторон (например, в [7–13]). И всё же по-прежнему остаётся нерешённым вопрос: «Каким должен быть учебный план подготовки будущих лидеров бизнеса к успешной деятельности в реалиях XXI века?». Более того, этот вопрос поднимают уже и сами учебные заведения [14].

Особой критике учебные планы подвергаются за то, что в них функции менеджера преподносятся раздельно, что не позволяет студентам

осознать, как части организации действуют совместно. Идея о том, что бизнес должен мыслиться и изучаться как единое целое, а не как набор специальных функциональных частей, часто упоминается как системный взгляд на организацию. В последнем десятилетии XX в. несколько авторитетных экспертов в области менеджмента опубликовали книги и статьи, в которых подчёркивалось, что бизнес является сложной социальной системой, и что многие практики менеджмента должны быть изменены, чтобы быть эффективными в новых условиях [15–18].

На первый взгляд кажется, что университеты прислушались к критике и восприняли рекомендации экспертов. И в самом деле, понятие системы стало обязательно присутствовать в курсах по бизнесу. Студентам говорят о системе производства, системе бухучёта, об информационных системах. Многие школы идут и дальше, интегрируя материал разных функциональных областей.

Однако остаётся вопрос, достаточно ли этого для того, чтобы подготовить менеджеров к успешной деятельности в условиях наступившего Века Систем. Исходный посыл данной работы состоит в том, что бизнес-образование должно идти дальше ознакомления студентов лишь с общими системными понятиями и объединения некоторых тем. Оно должно помочь им развить навыки системного мышления, позволяющего глубже понимать сложности, с которыми они будут сталкиваться в повседневной жизни.

Подчеркнём, что наша позиция не отвергает и не осуждает существующую учебную практику. Не подвергается сомнению, что студенты должны иметь общее понятие о системах. Исследования показывают, что освоение студентом практических навыков действия в огромной степени зависит от концептуальных знаний, полученных на начальных стадиях обучения [19]. Следовательно, студенты с самого начала обучения должны получить представление о том, как бизнес согласуется с системной парадигмой и какого типа подсистемы входят в него. Им следует также знать о разнообразных элементах, образующих разные типы подсистем бизнеса, и о том, как они действуют и взаимодействуют.

Однако наша позиция состоит в том, что хотя для изучающих бизнес чрезвычайно важно иметь понятие о системах и думать о бизнесе как о системе, это далеко ещё не системное мышление, и что эволюция бизнес-образования должна идти в направлении привития навыков системного мышления будущим лидерам бизнеса.

Данная статья имеет три цели. Первая – представить доводы в пользу необходимости введения в образовательные программы предметов по выработке навыков системного мышления. Сделаем мы это путём сопоставления альтернативных парадигм мышления, существующих в бизне-

се и индустрии, и демонстрации их причастности к искажениям видения фирмы в целом. Вторая цель – выяснить, какое место системное мышление занимает в современных программах бизнес-образования. Хотя в среде специалистов-системщиков распространено мнение, что системное мышление в учебных планах по бизнесу представлено слабо, до сих пор не проводилось формальных исследований, которые проверили бы это предположение. Мы представляем результаты обследования того, как это дело обстоит в MBA-программах самых лучших университетов США. Третья цель – сформулировать рекомендации, которые могут помочь в расширении и углублении компоненты системного мышления в бизнес-образовании.

ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМНОГО ВЗГЛЯДА НА МИР

Хотя системное видение мира существовало уже у древних греков [20], формирование отдельной дисциплины, науки о системах (systems science), произошло лишь во времена Второй мировой войны, когда в попытках решать сложные проблемы были собраны вместе специалисты разных профессий. Новая дисциплина с самого начала по природе своей оказалась меж- и над-дисциплинарной. Именно в таком качестве она развивалась как сплав знаний из многих разных профессиональных сфер. Невозможно даже перечислить всех, внесших существенный вклад в создание системологии. Отошлём, однако, читателя к замечательным обзорам [21, 22] основополагающих результатов в этой области.

Понимание поведения систем особенно важно для современного бизнеса, происходящего в социальных системах, с характерным разнообразием суждений и целей участвующих в них субъектов. Обзор эволюции системного взгляда на бизнес поможет прояснить этот момент. (Глубокое обсуждение этого вопроса даётся в [23]).

Поначалу бизнес считался подобным механической системе. Это было непосредственным результатом аналитического мышления. С использованием принципов научного менеджмента работа расчленялась на упрощённые части. Исполнителям поручались простые задания, и поэтому работники рассматривались всего лишь как взаимозаменяемые детали механизма.

С течением времени системная картина бизнеса смещалась от видения механистического к биологическому. Это привело владельцев к акционерному финансированию бизнеса, питающему рост организации аналогично росту организмов. Собственность в бизнесе рассредоточилась, менеджеры, а не собственники, стали ответственными за управление организациями. В менеджменте появилась иерархия, для роста и развития отдельных функций менеджмента была создана иерархическая органи-

зационная структура бизнеса. Продолжал господствовать аналитический подход, поскольку считалось, что оптимальное функционирование бизнеса в целом складывается из оптимального функционирования каждой из его частей в отдельности. Иерархическое построение дивизиональной структуры широко использовалось и оставалось преобладающим подходом в организации предприятий бизнеса, бизнес-школ и учебных программ в школах бизнеса.

По мере роста бизнеса и стремления каждой функциональной его части к своему собственному совершенству начали нарастать конфликты между частями. В числе причин возникновения конфликтов были ограниченность общих ресурсов и несогласованность критериев для оценки работы подразделений фирмы. Кроме того, множество социальных перемен заставило менеджеров начать заботиться об интересах всех участников бизнеса. Кроме интересов акционеров и потребителей, для менеджеров стало обязательным учитывать интересы работников, поставщиков, органов власти, отдельных социальных групп и общества в целом.

Конфликты между отдельными функциями бизнеса и общественные перемены привели к переходу на системное видение бизнеса. Теперь организация рассматривается как часть большей целеустремлённой системы (т.е. общества), состоящая из нескольких целевых подсистем (функциональных подразделений или команд) и элементов (работников), тоже стремящихся реализовать свои собственные, индивидуальные цели.

В нескольких недавно опубликованных статьях подчёркивается, что в основе многих проблем, возникших в современном бизнесе, лежит то, что образовательные программы не отреагировали на произошедший сдвиг парадигмы бизнеса. Акофф и Гарайедаги [24] утверждают, что многие проблемы бизнеса и других социальных систем возникают из-за управления социальными системами так, как будто они являются механическими или биологическими. Гошел [25] критикует бизнес и школы бизнеса за пренебрежение теми сложностями, которые он называет «человеческой преднамеренностью» (*human intentionality*), задавая, в частности, вопрос: «Почему в наших теориях мы не признаём, что компании живут и процветают лишь тогда, когда они учитывают интересы одновременно пользователей, работников, акционеров, и даже всего сообщества, в котором они действуют?». Беннис и О'Тул [13] отмечают, что общий недостаток исследований бизнеса состоит в том, что «учёными постоянно игнорируются вещи, которые нельзя измерить, — многие особенности человека, всё, относящееся к суждениям, этике и морали, — которые в действительности и определяют разницу между хорошим и плохим решением».

Если в управлении бизнесом не учитывается разница между целями организации, её надсистем и подсистем, организация неизбежно столкнётся

вается с межфункциональными конфликтами. Эффективное управление социальной организацией, в которой субъекты имеют разные мнения и цели, требует от менеджеров понимания мотивов поведения разных составляющих системы. Понимание, *почему* части системы ведут себя именно так, позволяет менеджеру учесть намерения различных подсистем. Только так можно смягчить опасения субъектов, что их интересы недооцениваются или даже игнорируются. Кроме того, менеджеры должны предавать гласности, почему они предпринимают конкретные действия. Процесс изучения, признания и объяснения всех «почему», стоящих за каждым действием, является существенным для создания в социальной системе такой среды, в которой менеджер свободен при необходимости изменять сравнительные приоритеты, и является ключевым элементом в таких технологиях управления, как партисипативный менеджмент и распределение обязанностей.

ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ, И ПОЧЕМУ ОНО СТОЛЬ ВАЖНО?

Что конкретно означает «системно мыслить»? К сожалению, на этот вопрос нет простого ответа. Акофф [26] признал эту трудность, давая определение: «Системное мышление является целостным (holistic), в отличие от частичного (reductionistic), синтетическим, а не аналитическим». Хотя это определение является безошибочным, оно не полно. Оно определяет понятие, но не помогает нам увидеть, какие познавательные процессы составляют системное мышление.

Когда такие эксперты, как Акофф, определяют системное мышление, они, конечно, неявно подразумевают наличие таких процессов. Однако для педагогической практики одних предположений недостаточно. Если образовательная программа должна помочь студентам научиться мыслить системно, эти когнитивные процессы должны быть явно определены, и студентам должны быть предложены технологии, помогающие им развить соответствующие навыки и умения. В нашем исследовании представлено описание практических компетенций, образующих системное мышление. Оно основано на интеграции идей теоретиков системности и сфокусировано на когнитивных процессах, создающих целостную картину ситуации и понимание последствий от решений, которые изменяют *статус-кво*.

ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМОГО МЫШЛЕНИЯ

Трудности описания системного мышления связаны с тем, что оно включает в себя много сочетаний разных компетенций. Поэтому описание неизбежно делается по частям.

Первый элемент заключён в определении Акоффом понятия целостного, синтетического мышления. Акофф [27] констатировал, что последние 400 лет наше обучение было основано на аналитической парадигме. Поэтому мы считаем анализ и исследование синонимами. На самом же деле, анализ является лишь одним из способов описания окружающего нас мира. Акофф проводит различие между синтетическим (холистическим, целостным) и аналитическим (редукционистским) мышлением. Аналитическое мышление пытается понять систему путём разделения её на части и рассмотрением их по отдельности. Аналитик пытается объяснить поведение системы через поведение её частей. В противоположность этому синтетическое мышление пытается понять, как система действует в контексте внешней среды. Поведение системы синтетически объясняется через её роли в окружающей среде. Другими словами, *аналитическое мышление описывает, как система устроена и как она работает, а синтетическое мышление описывает, почему и зачем любая часть это делает*. Акофф подчёркивает, что когда из системы изымается часть, то и система, и изъятая часть теряют свои сущностные свойства. Более того, он подчёркивает, что самым существенным в поведении системы является не то, как действуют её части, а то, как они взаимодействуют. Следовательно, заключает он, невозможно полностью понять систему только с помощью анализа, что делает необходимым использовать синтетическое мышление.

Хотя синтетическое и аналитическое мышление являются существенными частями системного мышления, ими не исчерпывается арсенал познавательных процессов, образующих системное мышление в целом. Форрестер [28] идентифицировал несколько характеристик сложных систем, из-за которых у людей возникают трудности во взаимодействиях с ними (в их изучении и/или в управлении ими). Эти характеристики таковы:

- Причина и следствие часто разнесены в пространстве и времени.
- Решения проблем, улучшающие ситуацию в краткосрочной перспективе, часто порождают ещё худшие проблемы в более отдалённом будущем, а действия, ухудшающие положение сейчас, в будущем часто дают положительный эффект.
- В результате первых двух характеристик людям часто не удаётся обучаться на собственных ошибках.
- Временные задержки между причиной и следствием часто приводят к тому, что причину создаёт один субъект, а следствия испытывают другие.
- Из-за разницы между краткосрочными и долгосрочными последствиями любого решения выводы, сделанные по ближайшим результатам, рискованно распространять на дальнейшую перспективу.

• Взаимодействия подсистем и элементов системы образуют сеть, в которой возникает множество циклов нелинейных обратных связей. Эти сложные потоки взаимосвязей часто порождают контринтуитивное поведение системы. В результате то, что выглядит как «очевидно хорошее» решение, на деле часто оказывается плохим выбором!

Заметьте, что факторы, идентифицированные Форрестером, фокусируются на времени и на сложных структурах взаимодействий. Поэтому полное описание системного мышления должно содержать объяснение этих характеристик.

Далеко не всегда руководители, принимая решение, учитывают эти факторы, а многие даже и не подозревают об их существовании. Понятие причины и следствия усваивается с малолетства, на примере простых ситуаций. Коснувшись горячей плиты, я обжигаюсь; если не глядеть на дорогу, можно споткнуться; и т.п. Такие ситуации развивают у нас событийно-ориентированный взгляд на мир [29]. Мы привыкли воспринимать происходящее в мире как цепь причинно-следственных отношений, в которых следствие имеет единственную причину, предшествующую появлению следствия. Такое восприятие побуждает нас обращаться с проблемой как с отдельным событием и решать её в линейной последовательности – распознавание проблемы, определение возможных вариантов её решения, выбор предпочтительного варианта (принятие решения) и реализация принятого решения, – которая и должна привести к решению проблемы. Хотя такой подход позволяет работать с простыми системами, он не пригоден для решения сложных проблем в социальных системах. Все части социальной системы имеют, кроме общесистемных, и собственные цели и постоянно взаимодействуют между собой. Поэтому изменения системы не могут быть осуществлены отдельными мерами. Более того, обратные связи могут приводить к неожиданным последствиям, благодаря нелинейностям и временным запаздываниям. Сенге в своей классической книге [30] сжато выразил дефектность событийно-ориентированного мышления фразой: «Сегодняшние проблемы возникли из вчерашних решений».

Ричмонд [31] различает два типа мышления, связанных с аспектами, описанными Форрестером. Динамическое мышление описывает способность принимающего решение видеть явление как результат процесса, развивающегося во времени, а не как отклик на отдельное событие. Мышление, учитывающее обратные связи, требует от менеджера изучить роль, которую структура системы (т.е. критерии качества, система мотивации и стимулирования, информационные потоки) играет в создании её поведения. Оно также изучает взаимодействие системы с внешними силами. Распознав структуру и взаимодействия, мышление в терминах обратных

связей старается найти объяснения, как эти связи формируют окончательный результат управляющего воздействия.

Подытоживая приведённое обсуждение, мы полагаем, что с точки зрения преподавания системного мышления оно должно определяться следующими составными частями:

- *Системное мышление*: Изучение ролей и целей системы и её частей с целью понять, почему они действуют именно так.
- *Динамическое мышление*: Рассмотрение временных процессов, протекающих в системе и её частях.
- *Мышление в терминах обратных связей*: Исследование того, как части действуют и взаимодействуют друг с другом и с окружающей средой.

Из-за присущего людям событийно-ориентированного взгляда на мир они с трудом воспринимают системное мышление. Форрестер даже утверждает [32], что человеческий мозг просто не в состоянии достичь осознания поведения сложных социальных систем без помощи соответствующих инструментов и технологий. Бут, Суини и Стерман [33] проверили утверждение Форрестера, разработав ряд упражнений, позволяющих оценить способность людей к распознаванию и предвидению результатов системных взаимодействий. Испытуемые показали низкие результаты даже на простых задачах. Например, в одном опыте участников попросили нарисовать простой график, изображающий, как будет меняться со временем уровень воды в ванне при изменении скоростей притока и оттока. Авторы были удивлены тем, что даже студенты с высокими оценками по физике и математике испытывали затруднения в правильном выполнении этого упражнения. Неудивительно, что результаты участников ухудшались по мере усложнения упражнений. Другие исследования также подтверждают, что людям чрезвычайно сложно осознать, как влияют обратные связи на развитие событий во времени [34–36]. Более того, исследования показывают, что эти трудности не связаны с возрастом, национальностью, уровнем образования и другими демографическими характеристиками. Общий итог: людей *необходимо* обучать принципам, понятиям, инструментам и технологиям системного мышления, чтобы они могли осознанно эффективно работать внутри и вне социальных систем.

ОБУЧЕНИЕ ОСНОВАМ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ

Что значит обучать людей мыслить системно? На самом деле, никто не учит другого мыслить. Однако можно научить пользоваться инструментами и методами, которые направляют мыслительный процесс в определённую сторону. Например, научные методы помогают исследователю выделять переменные и изучать, как они влияют на интересующее его

явление. Фактически, с течением времени каждая область знаний разработала собственный набор аналитических средств мышления. И область системного мышления также создала специфические средства, помогающие системно мыслить. Несколько инструментов создано для понимания того, как взаимодействуют части системы. Например, в среде управляющих в стиле «экономного производства» (lean manufacturing) придумано построение схем потоков стоимости, чтобы отслеживать отдельно ход работ, добавляющих стоимость и не добавляющих её. В сфере бухучёта разработана балансная карта, помогающая менеджеру оценивать ход бизнеса суммарно сразу по нескольким измерениям. Распределение сфер деятельности (policy deployment), инструмент стратегического менеджмента, облегчает понимание того, как различные начинания могут быть распределены горизонтально и вертикально в организационной иерархии.

Однако, хотя эти инструменты помогают менеджерам мыслить целостно, они не затрагивают проблем обратной связи и временных процессов. Восполнение этого требует использования таких средств, как диаграммы причинных циклов и карты потоков и запасов. Диаграмма причинных циклов (CLD, causal loop diagram) иллюстрирует структуру обратных связей в системе [35]. CLD полезна для обобщения ментальных моделей действия обратных связей в системе, которые есть у индивидов или команд. Лица, научившиеся строить CLD, способны лучше формулировать свои мысли о поведении системы и глубже понимают динамику системы. Более того, построение диаграмм CLD помогает избежать свехупрощений, которые обычно совершаются в попытках объяснить поведение сложных систем. Пример простой CLD приведён на рис.1. Заметьте, что это – пример положительной обратной связи, что означает, что с каждым циклом переменная в петле возрастает. Знак «+» у стрелки означает, что переменные, связанные стрелкой, изменяются в одном направлении (т.е. если переменная *A* растёт, то и *B* возрастает). Знак «-» означает, что они изме-



Рис. 1. Простейшая диаграмма цикличности причин (CLD)

няются в противоположных направлениях (т.е. если переменная A растёт, то переменная B падает). Начинать чтение цикла по диаграмме можно с любой переменной. Например, начиная с переменной A : при росте доверия к компании X растёт спрос на её акции, что, в свою очередь, увеличивает стоимость акций компании. Рост цены акций способствует дальнейшему повышению престижа компании X и т.д. (Заметьте, что стрелки здесь обозначают причинные, а не корреляционные связи).

Конечно, многие другие аспекты могут отразиться на модели CLD, но мы не будем здесь вдаваться в подробности. Инструментарий CLD используется при рассмотрении архетипов систем. Архетипы – это общие структуры, специфические комбинации петель обратных связей, встречающиеся в самых разных сложных системах [15]. Осведомлённый в архетипах легко распознаёт их в структуре конкретной системы и использует их для объяснения контринтуитивных результатов и нахождения рычажных точек воздействия на систему для исправления её поведения. В литературе рассматривается девять архетипов.

Один из наиболее известных архетипов, «перекладывание бремени» («shifting the burden»), приведён на рис. 2 и упрощённо поясняет скандал с фирмой Enron. Этот архетип содержит три каузальных петли. Верхняя петля представляет сценарий, в котором вмешательство не полностью решает проблему, а лишь временно улучшает ситуацию. В рассматриваемом примере Enron широко использует форму общества с ограниченной ответственностью (limited liability partnership, LLP), что позволяет её финансовым показателям выглядеть лучше, чем на самом деле. Вторая пет-

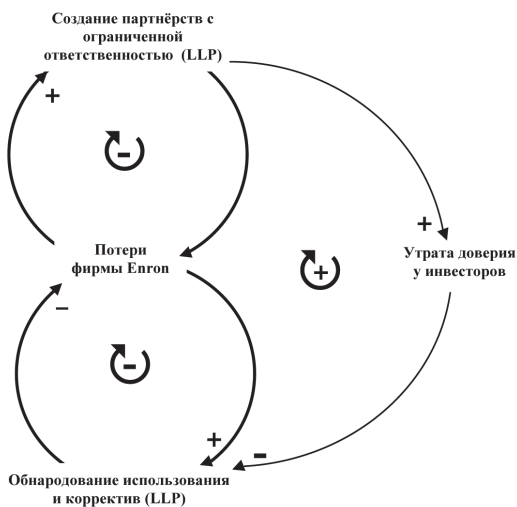


Рис.2. Упрощенная схема архетипа «перекладывание бремени»

ля, ответвляющаяся от верхней, представляет ненамеренное последствие применения симптоматического решения. Ненамеренное последствие (которое обычно проявляется с некоторой задержкой) не только ухудшает ситуацию, но и создаёт трудности для осуществления фундаментального решения. В ситуации Enron ненамеренным последствием стала утрата доверия инвестора после того, как стали известны действительные финансовые показатели фирмы. Нижняя петля представляет фактор, понуждающий применить фундаментальное решение, нацеленное на коренную причину проблемы, которое, в конечном счёте, улучшит ситуацию. Эта петля может вообще не проявиться. Но если проявится, то обычно после довольно длительной задержки. В случае с Enron её усилия исправить ситуацию и восстановить доверие инвестора пришли слишком поздно.

Центральным фактом для понимания динамики поведения системы является факт движения ресурсов по её структуре и их накопления в определённых пунктах. Практически любое явление в бизнесе может быть описано в терминах потоков и запасов ресурсов [36]. Например, в бухучёте сводный баланс представляет запасы, а отчёт о доходах описывает потоки. В маркетинге имеющиеся пользователи образуют накопленный запас, в который втекает поток потенциальных пользователей, а переставшие потреблять продукт образуют исходящий поток. Этот аспект поведения системы отображается диаграммой потоков и запасов. На диаграмме запас изображается прямоугольником, представляющим пункт накопления ресурса. Потоки изображаются стрелками, направленными внутрь или наружу прямоугольника, обозначая приток или отток ресурса. Кроме того, что эти диаграммы помогают наглядно показать, как структура реализует поведение системы, они являются основным средством создания имитационных моделей для рассмотрения всевозможных типов поведения системы во времени. Простая диаграмма, представляющая потоки и запас трудовых ресурсов компании, представлена на рис. 3.

Все инструменты, описанные выше, предназначены помогать людям системно мыслить. Они не специфичны для какой-либо из функций бизнеса, вроде производства или бухгалтерии. Они применимы в различных ситуациях для формирования системного понимания интересующего нас явления. Более того, они позволяют менеджеру лучше понять систему, в



Рис. 3. Диаграмма Labor Pool запасов и потоков компании

которой он работает, передавать это понимание другим, и способствуют его непрерывному («lifelong») образованию, ставшему обязательным в работе со сложными социальными системами. Они также позволят менеджерам осознавать и воспринимать людские намерения, за пренебрежение которыми при принятии решений так остро критикуют менеджеров многие авторы [12, 26]!

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Несмотря на растущую поддержку мнения о том, что системное мышление является для менеджеров необходимой компетенцией и что их нужно обучать этому, остаётся неясным, какая роль в этом должна принадлежать высшему образованию. До сих пор не проводилось научных исследований, изучающих преподавание системного мышления в университетских программах по бизнесу. Для выяснения современного состояния обучения системному мышлению в бизнес-школах было проведено обследование деятельности профессорско-преподавательского состава ведущих бизнес-школ в Соединённых Штатах.

Главной целью исследования было оценить степень осознания и восприятия сути системного мышления преподавателями бизнес-школ. Нас интересовали три вопроса:

- Что преподаватели понимают под системным мышлением?
- Считают ли преподаватели системное мышление необходимым предметом в университетской программе?
- Преподаётся ли системное мышление в их программе, и если да, то как?

Чтобы получить несмещённую оценку понимания респондентами системного мышления, было подобрано несколько возможных вариантов определения этого понятия. В собеседованиях с преподавателями разных дисциплин бизнеса выяснялось, что они понимают под этим. Кроме того, были проанализированы определения систем в учебниках по разным предметам и определения системного подхода к этим предметам. В результате было выявлено пять разных определений системного мышления. Первое – «использование нескольких точек зрения для понимания ситуации» – содержит идею применения холистического подхода к принятию решений на основе многих входных данных. Однако оно не содержит явного упоминания сложных взаимодействий и обратных связей, которые просто игнорируются при рассмотрении множества входов. Вдобавок, оно не затрагивает проблем временных задержек. Второе определение есть классический взгляд на оптимизацию системы метода-

ми исследования операций, пригодный для работы с механистическими системами, в которых части действуют предсказуемым образом. Но такой подход теряет релевантность по отношению к сложным социальным системам с нелинейными обратными связями и, следовательно, неадекватен в большинстве ситуаций менеджмента [37]. Третье явно обсуждает понятие взаимодействий между частями. Хотя оно относится к одному из ключевых аспектов системного мышления, оно не затрагивает понятий обратной связи и временных запаздываний. Четвёртое, извлечённое из области реинжиниринга процессов, отражает скорее холистическую точку зрения на процессы, которая фокусируется на взаимодействиях между элементами внутри и вне рассматриваемой системы. Однако и она не затрагивает временного измерения. Пятое определение – наиболее полное. Оно охватывает и петли обратных связей, и поведение во времени. Однако его слабым местом является то, что не учитываются взаимодействия с окружающей средой и обратные связи от неё. Тем не менее, являясь наиболее полным определением из представленных, его выбор из остальных означает, что респонденты считают системное мышление состоящим из нескольких аспектов. Стоит заметить, что, хотя ни одно из определений не содержит всех обсуждённых раньше элементов, одно из них ближе к нашему описанию, чем другие.

Респондентам была также предоставлена возможность сформулировать своё собственное определение. Респондентам также были заданы вопросы о том, насколько важным они считают системное мышление для университетского образования менеджеров, к какой части учебного плана они отнесли бы системное мышление, преподавалось ли оно в их вузе, какие средства использовались при этом.

Техника проведения обследования была сначала опробована на преподавателях нашего собственного университета. По результатам испытания многие вопросы были чётче сформулированы, чтобы их интерпретация респондентами соответствовала замыслу авторов. Скорректированная методика снова была протестирована на нескольких респондентах других вузов. Окончательный вариант анкет был распространён через Интернет среди 3141 преподавателя 63 лучших (по рейтингам СМИ) высших школ менеджмента Соединённых Штатов. Резон обратиться именно в эти бизнес-школы состоял в том, что они, находясь на переднем фронте образования менеджеров, вероятно, более, чем другие, осознают необходимость включения системного мышления в учебные планы и программы. Чтобы повысить репрезентативность данных по множеству разных предметов, была использована пропорциональная стратификация выборки на основе данных из Веб-сайтов университетов. Однако респондентов просили сообщить их конкретную специальность. По электронной почте

были разосланы описания предстоящего опроса и используемых в нём инструментов. Согласно стандартному протоколу опроса [38], респондентам рассылались напоминания и инструкции с интервалом в 2 недели. 219 писем вернулись недоставленными, из остальных 2922 ответа прислали 297 респондентов – чуть более 10 %. Один отклик, от преподавателя предмета, не относящегося к бизнесу, был исключён из обработки. Треть откликов пришли от *assistant professors*, 18 % – от *associate professors*, 37 % – от *full professors*. 92 % респондентов являлись штатными работниками. Все предметы по бизнесу были представлены в выборке довольно равномерно, хотя несколько меньше от преподающих исследование операций и информационные системы, что объясняется просто меньшей их штатной численностью.

ВЗГЛЯД ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ

Хотя результаты показывают, что значительный процент преподавателей понимает многомерность системного мышления, большинство (60,3 %) не знает, что это такое, или даёт одномерное определение (табл. 1). Более половины (54,6 %) выбрали первое, второе, третье или четвёртое определения, являющиеся одномерными. Почти 6 % респон-

Таблица 1

Определения системного мышления		
Варианты определения	Число ответов	%
1. Описание ситуации с позиций разных дисциплин для более полного ее рассмотрения	48	16,2
2. Определение оптимального сочетания ресурсов, необходимых для достижения желаемого результата	38	12,8
3. Рассмотрение, как взаимодействуют части организации для достижения желаемого результата	56	18,9
4. Разработка диаграммы производственного процесса, отображающей процесс создания стоимости потоками материалов и информации в организации	20	6,7
5. Рассмотрение того, как разные части организации взаимодействуют, реагируют на происходящие изменения и посылают сигналы обратной связи, воздействуя на работу всей системы	105	35,4
6. Другое		
а) Все вышесказанное	9	3,0
б) Все вышесказанное плюс учет взаимодействия организации с окружающей средой	4	1,5
в) Никогда не слышал о системном мышлении, не имею представления, как его определить	17	5,7

дентов признались, что они вообще не слышали о системном мышлении, и поэтому не могут его определить. Один даже заявил: «Это звучит для меня как ещё одно наукообразное пустозвонное словечко». Определение пятое выбиралось чаще других, но его выбрали лишь 35 % респондентов. Однако выбор других определений не означает, что у респондентов вообще нет здравого понимания системной концепции. Например, выбрав первый вариант, респондент может подразумевать какое-то из неупомянутых свойств. Однако тот факт, что они упомянуты в пятом варианте, который он не выбрал, говорит о далеко не полном видении системного мышления. Это означает, что вызовы, связанные с увеличением доли системного мышления в программах менеджмента, могут охватывать не только просвещение преподавателей, не знающих этого понятия. Может оказаться необходимым повысить осведомлённость преподавателей обо всех элементах системного мышления. С учётом того, как обратные связи и временные запаздывания влияют на поведение системы, и того, насколько ограничена способность менеджера оценить, чем кончается сплетение этих факторов, было бы большим просчётом не включить их изучение в образование менеджеров.

Два дополнительных вопроса позволили ещё глубже оценить восприятие преподавателями системного мышления. Респондентов спросили, в какой мере они согласны с утверждением, что «обучение студентов системно мыслить является существенной частью образовательных программ по бизнесу». Второй вопрос был, «обучают ли студентов навыкам системного мышления в бизнес-программах их университета». Поскольку было ощущение, что может быть связь между ответами респондента на эти вопросы и тем, как он определил системное мышление, ответы были соответственно стратифицированы.

Хотя между определениями имелись различия, подавляющее большинство респондентов (74 %, или 221/297) согласилось или полностью согласилось с тем, что системное мышление является существенной частью высшего образования менеджеров. Однако, несмотря на это, почти половина (105/221) респондентов, считающих, что это существенный элемент образования, полагают, что он вообще не входит в существующие программы. Если же считать, что системное мышление включает учёт влияния взаимодействий, обратных связей и временных задержек, то это число явно занижено. Скорее всего, те, кто одномерно определил системное мышление и заявляет, что преподаёт его, на самом деле ничего не сообщает о его важных элементах. Как бы ни рассматривать полученные цифры, возникает вопрос, почему такой высокий процент преподавателей, считающих предмет важным, заявляют, что он не преподаётся или что они не уверены в его преподавании. Простое объяснение может

быть в том, что некоторые преподаватели понимают важность системного мышления, но считают, что оно должно преподноситься в других, не его, курсах. Отсюда неуверенность в том, что оно есть в программах. (Однако, хотя это же можно сказать и о таких предметах, как статистика или математика, их наличие в учебных планах не вызывает сомнений.)

Другое важное наблюдение состоит в том, что некоторые респонденты, давшие системному мышлению довольно полные, многомерные определения (пятое или собственные, ба и бб), не считают его существенным. 16 респондентов не уверены в его существенности, четверо считают его скорее несущественным, а двое – абсолютно несущественным.

Хотя эти цифры невелики, мы придаём им большое значение. Трудно представить, чтобы кто-нибудь, кроме профессоров лучших университетов, был бы способен передать студентам самые совершенные инструменты для решения проблем сложных, динамичных, междисциплинарных, с разнопериодными последствиями. Следовательно, должно существовать другое объяснение явной противоречивости этих ответов. Каким бы ни было это объяснение, полученные результаты поднимают вопрос: «Почему системное мышление так незначительно представлено в образовании менеджеров?».

КАК ПРЕПОДАЁТСЯ СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ?

Чтобы точнее определить, насколько полно преподаватели обучают студентов мыслить системно, включая темы обратных связей и временных задержек, респондентам был задан вопрос, входит ли системное мышление в содержание преподаваемого ими предмета. Тем, кто ответил положительно, представили список соответствующих предмету системных тем и инструментов и попросили их указать, какие из них используются в его классе. В списке преобладали инструменты, помогающие менеджерам построить более целостное представление о системе в ходе разработки управленческого решения. Например, в списке для курса менеджмента операций значились такие темы, как системы экономного производства (*lean production*), менеджмент снабжения (*supply chain*), диаграммы потоков стоимости (*value stream mapping*), структурные схемы (*fishbone diagrams*), цикл «распознать–измерить–изучить–исправить–проверить» (*DMAIC cycle*). Список для курса бухучёта включал сводный баланс (*balanced scorecard*), схемы потоков данных (*data flow diagrams*), реляционные базы данных, схемы связей субъекта (*entity relationship maps*). Кроме предметно-ориентированных, в список включались описанные ранее общесистемные инструменты, т.е. схемы обратных связей, диаграммы потоков и запасов, поскольку именно они помогают понять влияние циклов и задержек в структуре на поведение системы. Респон-

дентам также предлагалось включить в их список инструменты, используемые ими, но не упомянутые в списке.

Из анализа полученных ответов следует ряд выводов. Во-первых, около 31% (92/297) респондентов утверждают, что они преподают системное мышление. Во-вторых, в каждом функциональном разделе менеджмента есть отдельные курсы, в которых говорится о системном мышлении, а в некоторых из них рассматриваются диаграммы петель обратной связи и ресурсных потоков и накоплений. В-третьих, по крайней мере, в 35 бизнес-школах есть хотя бы один преподаватель, указывающий, что он преподавал системное мышление в своём курсе. В сообществе системщиков бытует мнение, что системное мышление преподаётся не везде. В целом, результаты обследования подтверждают это. Однако они также показывают, что системные концепции проникли практически в каждый функциональный раздел бизнеса и в той или иной форме преподаются в большинстве школ бизнеса лучших университетов. Наконец, из 92 респондентов, указавших, что они преподают системное мышление, только 41 перед этим выбрал определение системного мышления, описывающее его многомерность (т.е. определение 5 или собственные определения ба и бб). Это ещё раз подтверждает, что даже те преподаватели, которые уверены в том, что они преподают системное мышление, знают, по-видимому, не все его аспекты.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Хорошей новостью является то, что некоторые разделы системного мышления в каких-то формах преподаются во многих школах бизнеса лучших университетов и входят там в программы курсов по основным функциональным разделам бизнеса. Тем не менее результаты исследования выявили три проблемы, вызывающие озабоченность. Во-первых, большинство преподавателей либо незнакомо с системным мышлением, либо понимают его односторонне. Во-вторых, хотя большинство преподавателей считает его существенной частью образования менеджеров, почти половина из них либо не знают, преподаётся ли он в каких-нибудь курсах в их школе, либо уверены в том, что не преподаётся. В-третьих, некоторые респонденты считают синонимами системное и синтетическое мышление; это говорит о том, что многие преподают системное мышление, оставляя без внимания остальные такие его важные элементы, как динамика систем и обратные связи. Мы полагаем, что эти выводы взаимосвязаны. От того, как преподаватель определяет системное мышление, зависят оценка его важности и пропорция времени, отводимого на его изучение. Ниже мы сформулируем некоторые рекомендации по увеличению содержательности преподавания понятий и инструментов системно-

го мышления. Эти предложения не являются решением проблем, но мы надеемся, что они будут способствовать дальнейшим дискуссиям на эту тему.

Поэтому наша первая рекомендация – развивать общее понимание концепции. Синтетическое мышление, подробно обсуждённое Акоффом, является наиболее очевидным и легко воспринимаемым элементом системного мышления. По-видимому, в этом причина преимущественного обсуждения именно этого элемента в литературе по системному мышлению. К сожалению, материалы, обсуждающие остальные элементы, распространены не столь широко [39]. Отсюда совет преподавателям, чьи предметы связаны с динамикой систем и циклами обратных связей, – расширить арсенал средств и инструментов, используемых в их работе.

Эта рекомендация требует изменения отношения к публикуемым результатам исследований. Это не значит ослабить строгие требования к качеству исследования, а лишь изменить существующий взгляд на то, что такое качественное исследование. Как подчёркивал Акофф [2], мы все имеем аналитическое воспитание. Это приводит к узконаправленному мышлению, при котором идея, не вписывающаяся в рамки конкретной предметной области, может быть отвергнута только на том основании, что она не соответствует профилю журнала. Более того, это толкает исследователей к поиску закономерностей преимущественно в виде корреляционных связей. Установление причинных связей вызывает подозрения, а именно на это направлены многие исследования. Исследования, основанные на системном мышлении, часто имеют дело с «мягкими» переменными, фиксируемыми в слабых, качественных (не количественных) измерительных шкалах, что характерно для сложных систем. Нечисловые данные часто исключаются из нормальных исследований, а те, которые их содержат, вызывают сомнения.

Всё это обсуждалось и критиковалось ранее другими авторами, так что наш призыв к сдвигу парадигмы не нов. Давно замечено, что узкоспециализированный подход к бизнесу мало продуктивен и что разные функциональные области бизнеса не независимы, а взаимосвязаны [2]. Кристенсен и Рэйнон [40] указывают на необходимость большего внимания к исследованиям причинно-следственных связей в бизнесе. С другой стороны, звучали призывы [25, 26] к учёту в исследованиях бизнеса человеческого фактора. Несмотря на все призывы раскрывать эти темы при изучении бизнеса, в литературе мало что изменилось. Возможное объяснение этому можно найти, применив системное мышление, в частности, используя архетип «успех к успешному» (рис. 4). Он объясняет, как структура системы определяет успех или провал определённого подхода.

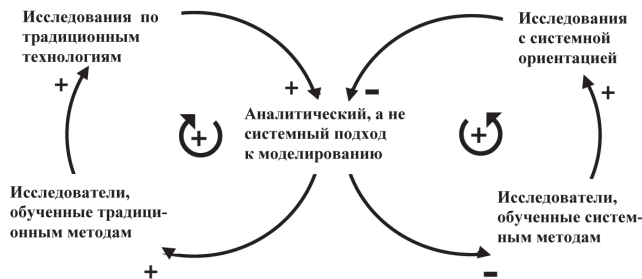


Рис. 4. Архетип «Успех к успешным»

В данном случае подходы к исследованию бизнеса, описанные выше, создали ситуацию появления множества журналов, публикующих только статьи, отвечающие критериям узкой специализации. Это создаёт петлю положительной, усиливающей обратной связи. Большое число узкоспециализированных журналов побуждает исследователей развивать свою компетенцию в определённой области, и в результате сокращается число людей, изучающих и применяющих другие методы. По мере роста числа использующих традиционный подход возможности изучения альтернативных подходов новыми исследователями снижаются, поскольку преподаватели в большинстве учебных заведений не знают этого и не умеют этому учить. Желание изучать и применять альтернативные методы снижается ещё и из-за отсутствия изданий, желающих публиковать исследования такого типа.

Очень немногие университеты предлагают новым поколениям исследователей возможность изучить системный подход к исследованиям. К несчастью, исследователям, использующим системный подход, очень трудно добиться публикации своих работ в ведущих академических журналах, а в результате уменьшается число институтов, где они могли бы получить работу. В ответ они создают собственные научные издания, что ведёт к ограниченному распространению концепций и методов, вместо широкой их пропаганды, необходимой для ознакомления и восприятия системного мышления. Хуже того, такие профессионалы группируются в очень немногих привечающих их вузах и, имея узкую нишу, варятся в собственном соку [39]. Чтобы разорвать эти петли положительных обратных связей, в которых традиционные методы укрепляются, а системные исследования остаются малочисленными и изолированными, участники доминирующей петли (т.е. традиционные исследования) должны согласиться поделиться имеющимся ресурсом (т.е. местом в журналах). В качестве первого шага ведущие журналы могли бы посвятить специальные выпуски системным исследованиям в своей профессиональной сфере.

При более широкой публикации концепций и методов системного мышления они будут лучше пониматься, усваиваться и применяться в среде преподавателей бизнеса.

Повышение осведомлённости преподавателей обо всех составляющих системного мышления является отправной точкой в решении первой и третьей проблем, сформулированных в начале данного параграфа. Однако вторая проблема – расширение и углубление преподавания системного подхода в бизнесе и менеджменте – намного сложнее. При том, что 75 % респондентов оценивают системное мышление как существенную часть управленческого образования, его неполное понимание не объясняет скудной представленности его в учебных программах. В самом деле, многие преподаватели, считающие его существенным и в то же время не осведомлённые о его преподавании в своей школе, дают ему одностороннее определение. Более того, есть преподаватели, которые дают довольно полное определение, но не считают его существенной частью образования менеджеров. К сожалению, при опросе респондентов не просили объяснить свою позицию, поэтому приходится только догадываться о том, почему они так думают. Трудно поверить, что такие мнения порождены уверенностью в том, что менеджерам не нужны инструменты, помогающие им справляться со сложными, междисциплинарными, многопериодными проблемами. Системный архетип «трагедии общин» может дать правдоподобное объяснение проявившемуся парадоксу. В этом архетипе речь идёт об ограниченном ресурсе, который потребляется одновременно двумя или более частями системы. В контексте учебного процесса ресурсом является время, отводимое на каждый предмет, а ограничением является общее число часов на всю программу. (В США эти времена исчисляются кредитными часами на каждый курс и общей суммой кредитных часов, необходимой и для получения диплома. – *Примечание переводчика.*) Добавление ещё одного обязательного курса в программу является непростой задачей. Более того, каждый курс развивается, требуя дополнительных часов для включения нового материала. К несчастью, устаревший материал исключается меньшими темпами. Такая динамика порождает конфликты, поскольку каждый курс борется за увеличение своей доли часов. Предмету, который благотворен для всех, но не специфичен для каждого, трудно добиваться выделения ресурса, не имея равного с остальными голоса. Описание такой ситуации в терминах архетипа трагедии общин дано на рис. 5.

В литературе по системному мышлению приводится один метод для рассмотрения этого архетипа, это – реформировать общий ресурс [43]. Вместо того, чтобы преподавать системное мышление в одном курсе и изымать часы для него из ограниченного общего ресурса, мы предлагаем

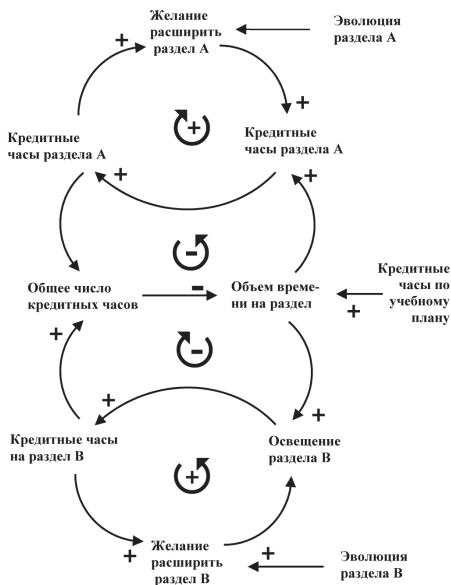


Рис. 5. Архетип «Трагедия общин» в применении к учебному плану по бизнесу

рассредоточить его по нескольким предметам. В обследовании выяснилось, что такие предметы, как стратегический менеджмент, управление проектами, исследование операций, имеют сильные связи с системным мышлением. Эти предметы могут не сильно сопротивляться включению в них инструментов системного мышления. Атуотер и Питман [42] привели примеры, как такие инструменты, как CLD-диаграммы и системные архетипы, могут использоваться для преподавания концепций менеджмента производства «точно-во-время» и менеджмента цепи поставок в курсе исследования операций. Хотя междисциплинарность упомянутых выше предметов как бы предназначена для включения в них системного мышления, но и практически любой спецкурс по бизнесу выиграет от использования системного подхода.

Интересно отметить, что наше исследование обнаружило, что большинство преподавателей сказали, что системное мышление должно быть включено в курсы бухучёта, маркетинга, экономики или финансов. Это указывает на возможность и необходимость усиления связей между системным мышлением и этими предметами.

Например, архетип системы роста и недоинвестирования, популярная в системном сообществе модель поведения сложных систем, может быть применен для объяснения известной проблемы быстрого роста и финансирования. «The People Express Case» [43] великолепно иллюстри-

рует это понятие. В курсе системной динамики разработано несколько учебных пособий по данной теме, в том числе электронная игра, в ходе которой студенты могут моделировать разные виды динамики развития этой ситуации. При этом участники игры, принимая маркетинговые решения и решения по управлению персоналом, обучаются системным методам действий в этих разделах менеджмента. Специалисты-системщики могут сильно помочь во внедрении идей системного мышления в курсы по разным разделам менеджмента, разрабатывая системно направленные учебные пособия в терминах каждой из этих специальных дисциплин. Это может помочь тем профессорам, которые интересуются системными методами, но не в полной мере знакомы с ними, эффективно использовать их в своём курсе.

Наконец, поскольку методы системного мышления применимы фактически во всех разделах менеджмента, мы советуем, чтобы с системными инструментами и технологиями студенты знакомились уже на ранних стадиях программы, например во вводном курсе по менеджменту или в курсе по исследованию операций. Впоследствии следует поощрять студентов применять эти инструменты в курсах по остальным специальным дисциплинам. Иронично, но такой подход может даже снизить накал постоянной борьбы за ограниченные кредитные часы. Обучение студентов методам самостоятельной учёбы делает необязательным включать изложение «всего» на аудиторных занятиях. Профессору достаточно лишь сориентировать студентов на самостоятельное изучение определённой темы. К сожалению, стремление полностью изложить в курсе содержание своего предмета мешает преподавателям тратить драгоценное время на обучение в классе методам самостоятельного изучения. А между тем предлагаемый подход мог бы действительно улучшить весь процесс обучения. Студенты получали бы не только лучшее представление о ценности и практичности системных понятий, но и более глубоко вникали в суть вопросов, излагаемых в курсе. Более того, обучение навыкам использования системных инструментов не требует много времени. Исследование показало, что даже краткое знакомство с системными понятиями и инструментами развивает системные навыки студента [44]. Владея инструментами, студент может пользоваться ими при рассмотрении любого интересующего его явления. Внимание быстро переключается с изучения инструментов на их использование для объяснения ментальных моделей обсуждаемого предмета. Эти инструменты помогают студентам формулировать собственное понимание вопроса и этим помогают профессору исправлять недопонимания, которые обычно не замечаются.

Более вероятным препятствием такому подходу будет сопротивление профессоров, которые не знакомы с этими инструментами, и поэтому с

неохотой отнесутся к их введению в свой предмет. И здесь опять-таки главным фактором является их просвещение в вопросах системности. Если системное мышление должно быть шире представлено в университетских учебных программах по менеджменту, то необходимо, чтобы ведущие академические журналы открыли доступ исследователям, работающим в этой области, и чтобы результаты исследований в этой области публиковались в большем числе разных профессиональных журналов.

Университеты, готовящие кадры лидеров бизнеса, упорно работают над тем, какие изменения надо внести в программы обучения, чтобы лучше готовить студентов к сложностям, которые их ожидают в профессиональной деятельности. Хотелось бы надеяться, что одним из таких изменений станет усиление их подготовки в области системного мышления. Но для того, чтобы это произошло, необходимо преодолеть существующее недопонимание сути и важности системного мышления. Целью данной статьи является представление информации, способствующей этому. По крайней мере мы надеемся, что она будет стимулировать дальнейшие исследования и дискуссии по столь важному вопросу.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Fine, C.H.* Clockspeed-based strategies for supply chain management. *Production and Operations Management*: 2000, 9(3): 213–221.
2. *Gharajedaghi, J.* Systems thinking: Managing chaos and complexity 2nd ed. Woburn, MA: Butterworth-Heinemann, 2005. 3–27.
3. *Morris, L.* Business model warfare: The strategy of business breakthroughs. An InnovationLabs White Paper published jointly with the Ackoff Center for Advancement of Systems Approach, 2003. Retrieved from <http://www.innovationlabs.com/BusModelWarfare.pdf>
4. *Charan, R.* Ending the CEO succession crisis. *Harvard Business Review*, 2005. 83(2): 72–81.
5. *Bossidy, L., & Charan, R.* Execution: The discipline of getting things done. New York, NY: Crown Business, 2002. 13–34.
6. *Livingston, J.S.* Myth of the well-educated manager. *Harvard Business Review*. 1971. January–February: 79–88.
7. *Dertouzos, M.L., Lester, R.K., & Solow, R.M.* Made in America: Regaining the productive edge. New York: HarperCollins, 1989. 156–165.
8. *Porter, L.W., & McKibbin, L.E.* Management education and development: Drift or thrust into the 21st century. New York, NY: McGraw Hill, 1988.
9. *Steiner, T.L., & Wells, R.M.J.* Integration of the business curriculum: The case of finance and marketing in a MBA program. *Financial Practice and Education*. 2000. Fall/Winter. 148–159.

10. *Mintzberg, H., & Gosling, J.* Educating managers beyond borders. *Academy of Management Learning and Education*, 2002. 1(1): 64–76.
11. *Pfeffer, J., & Fong, C.* . The end of business schools? Less success than meets the eye. *Academy of Management Learning and Education*, 2002. 1: 78–95.
12. *Ghoshal, S.* Bad management theories are destroying good management practices. *Academy of Management Learning and Education*, 2005. 4(1): 75–91.
13. *Bennis, W.G., & O'Toole.* How business schools lost their way. *Harvard Business Review*, 2005. 83(5): 96–104.
14. *Bisoux, T.* The extreme MBA makeover. *BizEd*, 2005. May/June. 26–33.
15. *Senge, P.M.* The fifth discipline: The art & practice of the learning organization, New York, NY: Doubleday/Currency, 1990. 27–54.
16. *Ackoff, R.L.* The democratic corporation: A radical prescription for recreating corporate America and rediscovering success. New York, NY: Oxford University Press, 1994.
17. *Deming, W.E.* Introduction to a system. In *The new economics for industry, government, education*: Cambridge, MA: MIT Center for Advanced Educational Services, 1994. 49–91.
18. *Forrester, J.W.* Learning through systems dynamics as preparation for the 21st century. Keynote Address for Systems Thinking and Dynamic Modeling Conference for K-12, 1994.
19. *Wickens, C.D.* Engineering psychology and human performance, 2nd ed., New York: Harper\Collins, 1992. 211–257.
20. *Von Bertalanfy, L.*, General systems theory: Foundations, developments, applications. New York: George Braziller Inc., 1969.
21. *Leonard, A., & Beer, S.* 1994. The systems perspective: Methods and models for the future. Retrieved from http://www.futurovenezuela.org/_curso/6-sysmeth.pdf
22. *Umpleby, S.A., & Dent, E.B.* The origins and purposes of several traditions in systems theory and cybernetics. *Cybernetics and Systems: An International Journal*, 1999. 30: 79–103
23. see Gharajedaghi, *Academy of Management Learning & Education* 2005.10 March.
24. *Ackoff, R.L., & Gharajedaghi, J.* Reflections on systems and their models. *Systems Research*, 1996. 13(1): 13–23.
25. *Ghoshal, S.* Bad management theories are destroying good management practices. *Academy of Management Learning and Education*, 2005. 4(1): 75–91.
26. *Ackoff, R.L.* Transforming the systems movement. Keynote Address for International Conference on Systems Thinking in Management.

Philadelphia, PA. 2004. Retrieved from <http://www.acasa.upenn.edu/RLAConfPaper.pdf>.

27. *Ackoff, R.L.* Creating the corporate future: New York, NY: John Wiley & Sons, 1981. 3–26.

28. *Forrester, J.W.* 1971. The counterintuitive behavior of social systems. *Technology Review*, 73(3): 52–68.

29. *Sterman, J.D.* Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world. Irwin-McGraw-Hill, 2000. 3–39

30. *Senge, P.M.* The fifth discipline: The art & practice of the learning organization, New York, NY: Doubleday/Currency, 1990. 27–54,

31. *Richmond, B.* The thinking in systems thinking: Seven essential skills. Waltham, MA: Pegasus Communications, Inc. 2000.

32. *Forrester, J.W.* The counterintuitive behavior of social systems. *Technology Review*, 1971.73(3): 52–68.

33. *Booth Sweeney, L., & Sterman, J. D.* Bathtub dynamics: Initial results of a systems thinking inventory. *System Dynamics Review*, 2000. 16: 249–286.

34. *Dorner, D.* The logic of failure: Recognizing and avoiding error in complex situations. New York, NY: Basic Books, 1996.

35. *Ossimitz, G.* Stock-Flow-Thinking and reading stock-flow related graphs: An empirical investigation in dynamic thinking abilities. Proceedings of the 20th International Conference of the System Dynamics Society, Polermo, Italy, 2002.

36. *Pala, O., & Vennix, A.* Effects of system dynamics education on systems thinking inventory task performance. *System Dynamics Review*, 2005. 21(2): 147–172.

37. *Sterman, J.D.* Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world, Irwin-McGraw-Hill, 2000. 3–39.

38. *Ackoff, R.L.* The future of operational research is past. *Journal of the Operational Research Society*, 1979. 30: 93–104.

39. *Repenning, N.P.* Selling system dynamics to (other) social scientists. *System Dynamics Review*, 2003.19(4): 303–327.

40. *Christensen, C.M., & Raynor, M.E.* Why hard-nosed executives should care about management mheory. *Harvard Business Review*, 2003.81(9): 66–74.

41. *Kim, D.* Systems archetypes II: Using system archetypes to take effective action, Waltham MA: Pegasus Communications, Inc., 1994. 24–25,

42. *Atwater, J.B., & Pittman, P.H.* Facilitating systemic thinking in business classes. *Decision Sciences Innovation in Education*, 2006. 4(2): 273–292.

43. *Schlesinger, L.A., & Whitestone, D.* People Express (A) Case. *Harvard Business School Publishing. Academy of Management Learning & Education*, 1983. March 24.

44. *Kainz D., & Ossimitz, G.* Can students learn stock-flow thinking? An empirical investigation. *Proceedings of the 20th International Conference of the System Dynamics Society. Polermo, Italy, 2002.*

THE FINANCE SYSTEM OF INNOVATION IN RUSSIA AND THE PROBLEMS OF EFFICIENCY

NATALIA D. SHIMSHIRT

National Research Tomsk State University (Tomsk)
ndshim@yandex.ru

The article is devoted to the problems of financing vehicles of innovation. The place and role of economic development in innovation is determined. Current problems of efficiency enhancement of innovation activity in Russia are envisaged.

Keywords: *innovation development, financing methods, efficiency.*

The innovative way of economic development is today unique for Russia. The overcoming of negative consequences of prolonged modernization and providing a long-term sustainable development requires multiple expansions of R & D costs, which improved financing and stimulation of innovative processes in the country.

Analysis of the innovation process in Russia will place the question about the influence of evolutionary system on supplying business solvency of economy and the budget system in the long run. The lack of clear program and the system of interrelation of the allocated financing with results of future condition is presented. The rate of innovative activity is constantly increasing in the world. This process comprises a growing number of countries. Yesterday technologies which were widely used in the developing countries are no longer operating. All fast-growing countries focus on the development of industries that are aimed at the breakthrough. The main Russia's GDP growth in 2011 was due to agriculture and natural resources sector.

The finance system of innovation is a complex interweaving of forms and sources. Until 1991, financing of innovation in Russia was based mainly on the budget appropriations. Financing vehicles of the implementation of the state innovation policy now is a system of supplying the innovation cycle with resources.

Currently, you we can use the following classification of innovation sources of funds:

According to ownership: State, Private, Public-private.

By source of funds:

- own budget and extra-budgetary funds, budget appropriation, by which the following target complex programs and state priority projects are carried out (for example, RFBR)

- loan and insurance funding,

- loan proceeds in the form of external (international loans) and domestic debt of the state (government bonds, debt and other loans)

- internal funds of economic entities (profit, depreciation charges, insurance indemnity, immobilize surplus of intangible asset, fixed and basic and current assets, etc.);

- funds received from stock trading, as well as contributions, special-purpose receipts, etc.;

- loan proceeds of economic entities in the form of bank and commercial loans,

- funds from a public-private partnership.

The organizational forms of innovation financing are:

- deficit spending

- Equity (corporate) finance

- Project Finance [1]:

Turn to the analysis of funding models that exist in modern states of the world. The basic model of financing of innovation is based on the stock market and called the market. The market model is characteristic for the U.S., UK and Canada. In the last few decades it has been extended in Israel, as well as many countries in continental Europe. In particular, during the second half of the 1990s, Belgium and the Scandinavian countries increasingly trended to this model, especially Sweden and Finland, but this model is still called the American, British-American or stock model [2, p. 62, 3, p.27, 4, p. 30].

A classic example of successful stock market participation in the financing of innovation is the activity of the American National Association of Securities Dealers Automated Quotation (NASDAQ). This area has become the most reliable and widely used channel for further development of venture capital in the USA.

A liquid market allows venture investors and business angels to sell their shares in the funded companies, without causing a significant decline in stock prices of these companies. Liquidity of the stock market is determined by its size, which in turn depends on the number of listed securities, as well as investment banks and companies providing financial services to private and institutional investors. An important condition for achieving an adequate level of liquidity of the stock market is high entrepreneurial activity in the country. Thus, the business venture was formed as a branch of the U.S. business in the period of rapid development of computer technology and gave a powerful impulse for the successful development of this field.

The main drawback of the market model is its instability, manifested primarily in the fact that this model creates an environment conducive to the formation of bubbles on the stock market. The problem of financial bubbles is constantly discussed in the scientific literature. The most comprehensive relationship of crisis with the formation of new technological mode in the economy is presented in the research of S. Glazev and A. Romanov [5, 6].

It is believed that the «overheating pressures» of the stock market and the subsequent formation of the bubble is an essential element of any significant stage of the innovation development (technological revolution). The well-known expert in the field of technological development K. Perez follows describes the process of the financial capital in the technological revolution: «One gets the money in new industries, and the other is directed to the development of new infrastructure, and the third for the modernization of existing industries, but most part of the money spinning frantically in the market, making new money, which leads to asset price bubbles, and creates an atmosphere of excitement in the ever-growing bubble. As a result, it has to burst, but when it happens, the changes have occurred. The new industries have grown; the new infrastructure has appeared...». [7, p.25].

A.A. Suetin explains the emergence of financial bubbles by trading large facilities at a price that are significantly different from the true ones. [8, p.14]: There are hypotheses that consider as a cause of financial bubbles, the systematic deviation of the market price of financial assets from their real value, speculation, irrational behavior of institutional investors.

The stock market, which underlies the market model, allows innovative companies to gain the access to the additional capital and to carry out a profitable exit from the investment for venture investors and business angels. At the same time, the market model is not functioning successfully in all countries. The ability of the securities market to promote the development of innovative business is largely determined by the law and the level of market liquidity. Where the economic environment is inadequate, stock prices are volatile, and the markets themselves more conducive to financial speculation rather than

long-term investment. It is difficult to talk about financial stability in this situation.

The features of a distinct element of economic structures are a peculiarity of the business venture. Moreover, the largest independent venture capital firms are in the United States, developing on the basis of external ventures and the lowest – in Japan, existing in domestic venture capital divisions of large industrial companies. But regardless of the organizational form, they are flexible and mobile structures and are characterized by extremely high and purposeful activity of the employees and their partners of the venture business in the successful commercialization of early ideas, technologies, object of the invention, and with minimal effort.

The emergence of risk form of financing is inextricably linked with the growing difficulties of introducing scientific achievements in production, mass emergence of the research enterprise and the high demand for the capital, inability to meet the traditional banking institutions. In addition, the great risk is encouraged by a possibility to have gained a much larger win, if to invest capital into innovations, than in guaranteed government securities or in shares of corporations and banks, or even playing at stock exchange.

In October 2011, the Federal Government approved the Concept of creation the Center of education, research and development in Tomsk region. The project includes two stages till 2020.

The first stage – 2011-2015 - suggests the involvement and development of investments, including the development of research and education park, university campus, innovation infrastructure, accompanied by transport and social infrastructure, the strengthening of institutions with innovative orientation, including the involvement of large companies into the region, the development of research and education complex, continuous and multi-level education and innovative entrepreneurship.

The second stage – 2016-2020 years – to achieve innovation and technology leadership in priority areas of modernization of the Russian economy and the key project results is scheduled.

Preliminary funding of the project for 2011-2013 from all sources of funding is 39 922.1 million rubles. 45.8 % - off-budget funds, 54.2 % – on account of budget. Budgetary funds – 75.2 % (16,250.2 million) from federal budget and 24.8 % or 5370.5 million rubles from regional budget [9].

The main indirect way of improving innovative activity is tax credits and promotional taxation for corporations that own or public R & D programs. These measures are sometimes referred to as «tax expenditures». In some countries (Canada, Australia, Ireland, the Netherlands, Belgium, etc.) «tax expenditures» on research and development exceeds the budget.

To encourage investment in R & D by the private business tax tools are directly related to the income tax and are divided into two categories:

- tax bonanza – in this case, firms which invest in the research and development, are allowed to deduct these expenses from taxable income or income spent on R & D, for example in Russia, a so-called «bonus depreciation» as a tax expense;

- tax credit – in this case, firms which invest in research and development are allowed to deduct a specified percentage of R & D expenditure from taxable income or income tax credit is granted to Russia in the amount of taxes paid is not intended for investment.

Recently, there was a noticeable shift in emphasis from the use of tax concessions to the tax credit in the practice of tax incentives for R & D in the OECD countries. [10] In France, since 2005, the amount of finance, allocated to French companies on the basis of tax research credit, is being started to exceed the value of direct government support of high-tech businesses.

In the tax systems of most OECD countries, including the United States, the costs on research and development are regarded either as an investment expenditures and are depreciated over 5 years from the date of implementation, or as business costs and being tax deductible in the current period. The choice of method of writing off the costs for R & D is up by the entrepreneur.

In the U.S., the tax credit for research and development allows to return an amount of finance equal to 20% of incremental R & D expenditure from already paid taxes during the current year. This concession is applied only to the research and development activity carried out in the U.S. The tax credit has a powerful stimulating influence on the effective implementation of the long-term research by companies, emergently important for a new economy. Such credits have a positive impact at the early stages of the development of firms and are especially effective in small businesses. [11].

In summary, there are three main groups of tax tools to encourage innovation:

- Tax exemption of public and private non-profit organizations (value-added taxes, wealth tax, land tax, and the elimination of customs duties on import of scientific equipment, etc.);

- Tax concessions that encourage companies to spend more money on research and development;

- Tax concessions for start-up companies at the early stages of their activity.

Experience shows that the tax concessions included in the first group do not provide any significant incentive to make additional investment in research and development. If the public and private non-profit organizations are forced to pay all the legal taxes, the Government should compensate these costs by increasing in the level of funding. The only advantage of this group of tax concessions is that the overall cost structure of state organizations will be

relatively lower than other organizations have. It will lead to their competitive growth.

As in many other countries, the Russian State research and development institutes and universities are free of value added tax. This applies to research work funding by the Government, as well as research performed under contracts with the business. Tax concessions on income do not apply to public research institutions and universities, as the purpose of their work is making a profit.

Chubais said at the St. Petersburg International Economic Forum, that 13 new plants of nanotechnology put into operation in 2011, and another 16 are planned to set in operation in 2012. In the long term 60 plants will be opened in the future. All these plants are now combined into 14 clusters from metalwork and polymers to medical cluster, which includes the treatment, diagnosis, surgery [12].

The statement of the President Vladimir Putin at a meeting of Presidential Council for economic modernization and innovative development of Russia in June 2012 runs that Russia has a whole system of development institutions: the Russian Venture Company, Rusnano, the Russian Fund for Technological Development, Skolkovo, the Fund for Assistance to Small Innovative Enterprises in science and technology. Besides, much is being done to use the modern tools of innovation policy: tax concessions for innovative companies, possibility to create small innovative enterprises at the universities and research institutes, an application of a significant promotional rate of insurance payment – 14 %. 1 715 new innovative enterprises are running in Russia today. Global experience has shown that small innovative business tends to develop and introduce innovations. More than half of innovative products are created in this sector. 115 technology transfer centers and 177 business incubators were created, 25 innovative regional clusters were selected, where the programs will be implemented with the government support. Tomsk Region is included into a cluster «Pharmaceutics, medical technology and information technology of Tomsk region», specialization «Medicine and pharmaceutics, IT, electronics», which is quite legal.

Desire to develop Nano sector is very useful, but at the same time it is necessary to put the issue of assessing the effectiveness of the investment. Clearly, this is an area of high-risk investments; this efficiency cannot be instantaneous. The Court of Accounts of the Russian Federation on the basis of analysis of the effective application by economic entities with state participation and public corporations of funds for investment purposes has concluded that 9 large joint-stock companies with state participation (PLC «Gazprom», PLC «Oil Company» Rosneft», PLC «Federal Grid Company of United Energy System», PLC «INTER RAOUES», PLC «Russian Railways» PLC «Svyazinvest», PLC «Aeroflot», PLC «Sovcomflot», PLC «Special Economic Zones») do

not fully implement investment programs, plans for capital construction and putting into operation. This situation leads to an increase of constructions in progress, increase the cost of construction, with import machinery purchased mainly (PLC «Aeroflot», PLC «Sovcomflot2), there is no proper control over the achievement of economic efficiency, taken into account the decision of including objects of construction into the investment program [13]. Only 67 % of the 15 reviewed organizations adopted a strategy (program) of its activities. With a total investment of these companies in 2009–2010, more than 3.7 trillion rubles (more than 400 billion rubles are derived from the federal budget) are used ineffectively, and in some cases with a low efficiency. Auditors see the reason in the absence of a clear research focus and general imbalance of innovation system. According to their views, the increase in R & D expenses by 15 % should bring an additional 1 % to growth of GDP. However, this trend is not observed in Russia: from 2002 to 2010, funding for scientific research has increased by six times, but the corresponding increase in GDP was not occurred, the number of patents has not been yet grown up this time.

Due to the Research Institute of Battelle Memorial Institute, Russia's expenses on R & D amounted to 1 % of GDP in 2011, or 23.1 billion dollars. Russian indicators look more considerable among countries - neighbors of the BRICs: China spent on innovation 153 700 000 000 dollars last year, or 1.4 % of GDP, India – 36.1 billion, or 0.9 % of GDP, Brazil – 19.4 billion, or 0.9 % of GDP. Last year the growth of GDP in Russia, according to preliminary data, was 4.3%. Over the next ten years Russia will increase R & D funding by more than half, to 2.5–3 % of GDP [14].

Alongside the improvement of the institutional environment the Government supported pointed innovative projects within five priority areas of technological development. A total number is 37 projects; with a financial support about 100 billion from the federal budget for 2010–2012. [15]

Thus, challenging questions of nanotechnology development and policy of modernization of the Russian economy has been justified over the next ten years. However, it is important to increase the responsibility for the efficiency of large amounts of funding. Now the speed of implementation of economic development programs is insufficient.

LITERATURE

1. *Bondarenko N. E.* Sources of innovation financing in Russia – [sdo.rea.ru / cde / conference](http://sdo.rea.ru/cde/conference) (Date of access 20/10/2012)
2. *Mikhalevsky V. L.* Financial mechanism of innovation development: Dis. ... KE. n. – M., 2007.
3. *Yudanov Yu.* Variety of European business models // *Global Economy and International Relations.* – 2003. – № 12. – S. 26–34.

4. *Paradise N., Sergienko J.B., Frenkel A.* The stock market in the system of financial investment and innovation // *Global Economy and International Relations*. – 2007. – № 11. – S. 30.

5. *Glazyev S.Y.* Strategy of priority development of Russia in the global crisis. – Moscow: Economics, 2010.

6. *Romanov A.* The market model of innovation financing: a descriptive analysis // *Journal of Finance / Financial journal*. – №. 1. 2012. P. 79–86.

7. *Perez K.* Technological revolutions and financial capital. Dynamics of bubbles and periods of prosperity / Carlota Perez, trans. from English. F.V. Majewski. – Moscow: Publishing House of the «Delo» ANX, 2011.

8. *Suetin A.A.* Financial economics: growth, stability and decline. – Moscow: Alpha M: INFRA-M, 2011.

9. *The concept of creation Center of Education in Tomsk, Research and Development* (approved by the Federal Government on October 6, 2011. – № 1756-r) // *Garant* (Date of access 15/10/2012).

10. *OECD.* Tax concessions for research and development: Trends and issues. – Paris. OECD, 2002.

11. *Tax concessions for innovation* / Ed. Ed. N. I. Ivanova. – M.: IMEMO, 2009.

12. *Chubais's speech at the International Economic Forum in St. Petersburg in June 2012* – Access mode-http // 2012.forumspb.com/ru (Date of access 10/28/2102)

13. *Financing innovation in large Russian companies with state participation is lower than foreign ones.* – Access mode – <http://www.garant.ru/news/> (Date of access 10/28/2012)

14. *Reznikova A., Petlevoy B.* Financing innovation didn't pay off the economy. Free-access mode – <http://www.rbcdaily.ru/2012/02/09/focus/> – (Date of access 10.27.2012)

15. *Council meeting on economic modernization and innovative development* – Free access mode – <http://www.kremlin.ru/news/16708> (Date of access 27/10/2012).

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ В ЗАДАЧАХ ЛЕЧЕБНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

В.А. КОЧЕГУРОВ

Томский политехнический университет (г. Томск)
kva06@rambler.ru

Обсуждается энергоинформационный подход при формировании критериев, обеспечивающих объективные доказательства принятых решений в лечебно-восстановительной медицине. Вводятся принципы математического моделирования доказательной медицины, бионические модели, принципы нанотехнологии доказательной медицины.

Ключевые слова: *система, моделирование, доказательная медицина, бионические модели, обобщенные переменные, энергия.*

Состояние здоровья каждого человека является одной из социально важных характеристик любой государственной общности людей. Здоровье определяется как состояние полного физического, психического и социального благополучия, обеспечивающего полноценную активную трудовую и общественную деятельность. Болезнь не только препятствует, но и порой значительно ограничивает возможности человека.

Процесс перехода организма от здоровья к болезни во многих случаях проходит незаметно и связан с нарушением его функциональной деятельности. Своевременная профилактика организма и применение необходимых лечебно-восстановительных процедур способствуют сохранению его функциональных возможностей.

Для лечебно-восстановительной медицины необходимо изучение механизмов, определяющих динамическое состояние здоровья человека, а также разработка адекватных мероприятий, способствующих возвращению функциональных резервов организма человека и компенсации утраченных функций с целью повышения уровня его здоровья. В этом случае практикующий врач при принятии решения по результатам обследования пациента должен иметь обоснованные методы и критерии, обеспечивающие объективные доказательства проводимого курса лечения. Широко используемые в настоящее время статистические методы обработки результатов обследований в большинстве случаев позволяют понять общую тенденцию состояния больных без учета индивидуальных особенностей организма пациента. Следовательно, можно говорить о необходимости разработки принципов врачебной технологии, когда на фоне общих закономерностей была бы возможность делать доказательные выводы о состоянии здоровья каждого обследуемого. Назовем это принципом математического моделирования доказательной медицины [1] в оценке динамики функциональной деятельности организма человека.

В статье с позиций системного подхода рассматривается технология представления результатов наблюдений, в рамках которой показывается возможность индивидуализированной оценки принятия решения по некоторой известной закономерности, относительно которой оценивается индивидуальное состояние. Такой подход используется в экономике (теория магистралей), когда рассматривается проблема сбалансированного развития производственных процессов в условиях межотраслевых связей. Перед выходом на магистраль, как правило, производятся необходимые структурные преобразования в производстве, зависящие от его начального состояния. Важными остаются обеспечение соответствующего контроля и поддержание необходимых условий магистрального развития при нарушениях под воздействием внутренних и внешних факторов. При этом возникает проблема обоснованного выбора показателей, которые могли бы характеризовать как саму магистраль, так и свойства близлежащих траекторий, отражающих качество функционирования многомерных производственных процессов.

В настоящее время большое внимание уделяется разработке моделей развития сложных систем и выявления закономерностей их развития. Сложные системы могут качественно отличаться друг от друга – быть физическими, экономическими, физиологическими, социальными и другой природы. Однако все они подчиняются общесистемным законам естествознания и представляют собой целостный объект с взаимосвязанной структурой и взаимодействующий с окружающей средой. В биологических системах естественным образом формируются структуры, обе-

спечаивающие магистральную траекторию их развития и необходимые информационные средства контроля и адаптивного управления в изменяющейся среде. Указанные функции выполняют генетическая, иммунная и центральная нервная системы. Формально их можно объединить в комплексные взаимосвязанные средства обработки внутренней и внешней информации. В настоящее время разработаны искусственные системы обработки информации, структурно отражающие функционирование генетических, иммунных и нейронно-сетевых алгоритмов. Назовем их бионическими моделями. Известны работы, в которых делается попытка комплексного использования бионических моделей в технике [2–4].

Применение бионических моделей в медицинских приложениях позволит решать важные задачи оценки развития биологических систем по магистральным траекториям в условиях нормального функционирования. При этом необходимо представить характеристики происходящих процессов в терминах обобщенных (системных) переменных состояния.

Будем рассматривать организм человека как некоторую сложную динамическую систему, взаимодействующую с внешней средой и обладающую внутренними энергетическими ресурсами [5]. На рис. 1 приведена обобщенная структурная схема, которая отображает взаимодействующие подсистемы организма, характеризующегося вектором состояния $X(t)$

[6]. Здесь $X(t)^T = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)]$ – переменные, характеризующие состояние организма, t – время.

Важным свойством системы является способность при функционировании сохранять неизменными свои показатели в условиях случайных возмущений и взаимодействия с внешней средой. Это свойство внутренней саморегуляции систем определяется наличием совокупности обратных связей и сложных приспособительных реакций, направленных на устранение или максимальное ограничение факторов, нарушающих относительно устойчивое динамическое постоянство показателей внутренней среды. В биологических системах такое динамическое равновесное состояние называется гомеостазом. Фактически гомеостаз имеет место при наличии устойчивых стационарных состояний, когда обеспечиваются условия саморегуляции и нормальное функционирование системы при изменяющейся внешней среде и случайных возмущениях. Нарушение условий саморегуляции в области гомеостаза указывает на появление дефектов во внутренней структуре системы. Явление гомеостаза можно сравнить со свойством восстановления своих геометрических форм упругими телами, находящимися под воздействием механических сил. Появление остаточных явлений (несохранения геометрических форм) в реакциях на механические воздействия указывает на нарушение внутренней структуры тел и их упругих свойств.

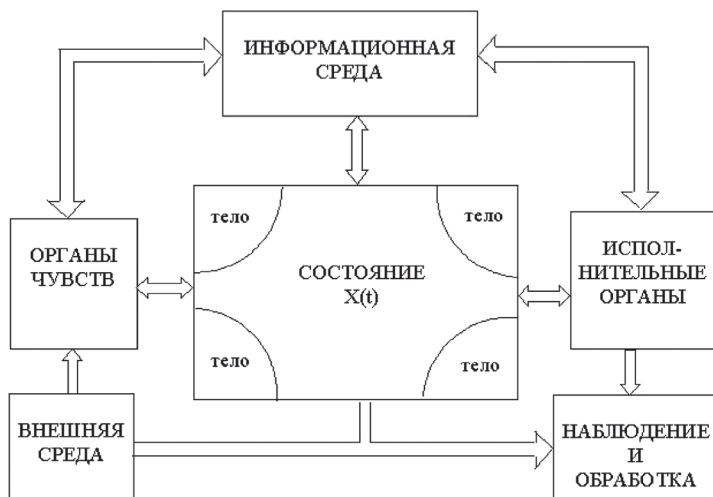


Рис. 1. Обобщенная структурная схема взаимодействующих подсистем организма

При моделировании представляет интерес изучение поведения системы, обладающей гомеостатическими свойствами за счет обменных энергоинформационных процессов, происходящих внутри системы и поддерживаемых поступлением энергии извне, когда сохраняется сбалансированное функционирование вблизи равновесного состояния. При малых колебаниях переменных состояния систему можно рассматривать как линейную, и ее поведение определяется характером равновесия. При больших колебаниях поведение системы не может быть описано линейными зависимостями, и оно носит достаточно сложный характер.

Деградация динамических систем при равновесном функционировании связана с нарушением энергоинформационных процессов, поддерживающих изменение состояния в допустимых пределах. Это означает, что обобщенные критерии оценки функционирования динамической биосистемы разумно формировать на основе энергетических либо информационных показателей.

Имеется проблема формирования энергетических показателей на основе наблюдаемых переменных состояния $X(t)$, поскольку их измерения производятся в неоднородных шкалах и требуются знания их производных. Поэтому при моделировании необходимо измеряемые величины привести к единым системным шкалам, ввести адекватные единицы измерения, опираясь на принцип баланса, подобия и сохранения размерности.

Это достаточно сложная задача и в каждом конкретном случае требует дополнительных исследований. Здесь мы формально введем единую шкалу измерений и представленные в новой шкале переменные состояния и их производные назовем обобщенными переменными. Запишем их в виде

$$q^T(t) = [q_1(t), q_2(t), \dots, q_i(t), \dots, q_n(t)],$$

$$\dot{q}^T(t) = [\dot{q}_1(t), \dot{q}_2(t), \dots, \dot{q}_i(t), \dots, \dot{q}_n(t)].$$

Связь между переменными $X(t)$ и обобщенными переменными $q(t)$, в общем случае, носит нелинейный характер:

$$X(t) = X_q(q(t)),$$

$$\dot{X}(t) = \frac{\partial X_q(q(t))}{\partial q(t)} \cdot \frac{dq(t)}{dt} = \dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)),$$

$$P(\dot{X}(t)) = P(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t))).$$

Здесь $\frac{\partial X_q(q(t))}{\partial q(t)}$ – матрица Якоби, $P(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))$ – обобщенный

импульс.

Обменные процессы сопровождаются изменением переменных состояния во времени и связаны с расходом кинетической энергии на совершение работы и частично на восстановление потенциальной энергии.

Введем понятие системной кинетической энергии

$$W_k(\dot{X}(t)) = W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))$$

и потенциальной энергии

$$W_n(X(t)) = W_n(X_q(q(t))).$$

При этом справедливы следующие равенства, включающие все силы, действующие внутри системы:

$$\frac{\partial W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial \dot{q}^T(t)} = P(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t))),$$

$$\frac{\partial W_n(X_q(q(t)))}{\partial q^T(t)} = \Phi_{\Pi}(X_q(q(t))), \quad (2)$$

в которых первое характеризует обобщенный импульс или количество движения (свойство реактивности гомеостаза), а второе – обобщенную силу, определяющую резервные возможности гомеостаза.

Вычислим $\frac{\partial W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial q^T(t)}$ и $\frac{\partial W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial \dot{q}^T(t)}$.

$$\begin{aligned}
\frac{\partial W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial \dot{q}^T(t)} &= \left[\frac{\partial W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial \dot{X}_q^T(q(t), \dot{q}(t))} \right]^T \cdot \frac{\partial \dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t))}{\partial \dot{q}^T(t)} = \\
&= \left[\frac{d}{dt} \frac{\partial \dot{X}_q(q(t))}{\partial \dot{q}^T(t)} \right]^T \cdot P(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t))). \\
\frac{\partial W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial \dot{q}^T(t)} &= \left[\frac{\partial \dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t))}{\partial \dot{q}^T(t)} \right]^T \cdot \frac{\partial W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial \dot{X}_q^T(q(t), \dot{q}(t))} = \\
&= \frac{\partial X_q(q(t))}{\partial \dot{q}^T(t)} \cdot P(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t))).
\end{aligned}$$

Используя эти выражения, можно получить уравнение, связанное с изменением количества движения в системе во времени:

$$\begin{aligned}
\frac{d}{dt} \frac{\partial W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial \dot{q}^T(t)} - \frac{\partial W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial \dot{q}^T(t)} = \\
+ \left[\frac{\partial X_q(q(t))}{\partial \dot{q}^T(t)} \right]^T \cdot \frac{dP(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{dt}. \quad (3)
\end{aligned}$$

Для характеристики обменных процессов введем разность между кинетической и потенциальной энергией:

$$\Delta W(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t))) = W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t))) - W_l(X_q(q)).$$

Тогда с учетом (3) получим

$$\begin{aligned}
\frac{d}{dt} \frac{\partial \Delta W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial \dot{q}^T(t)} - \frac{\partial \Delta W_k(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial \dot{q}^T(t)} = \\
= \frac{\partial W_l(X_q(q(t)))}{\partial \dot{q}^T(t)} - \left[\frac{\partial X_q(q(t))}{\partial \dot{q}^T(t)} \right]^T \cdot \frac{dP(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{dt}.
\end{aligned}$$

Обозначим

$$\Phi(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t))) = \frac{\partial W_l(X_q(q))}{\partial \dot{q}^T(t)} + \left[\frac{\partial X_q(q(t))}{\partial \dot{q}^T(t)} \right]^T \cdot \frac{dP(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{dt}.$$

Отсюда имеем в окончательном виде уравнение, характеризующее обменные процессы в системе:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial \Delta W(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial \dot{q}^T(t)} - \frac{\partial \Delta W(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))}{\partial \dot{q}^T(t)} = \Phi(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t))).$$

Здесь $\Phi(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t)))$ – силовая функция, которая способствует при естественных потерях восстановлению функциональных возможностей организма за счет внутренних и внешних источников энергии.

Режим $\Phi(\dot{X}_q(q(t), \dot{q}(t))) = 0$ характеризует динамическое равновесие, при этом переменные состояния $X(t)$ совершают циклические колебания в допустимых пределах вблизи равновесия значения $X_0(t)$, которое, в свою очередь, может медленно изменяться во времени, что фактически определяет закономерность развития системы или ее магистраль.

Из приведенных выражений следует, что для оценки функционирования динамической системы (организма) необходимо контролировать не только уровни переменных состояния, но и их динамическую взаимосвязь.

В [7–15] применен такой подход к решению практических задач на основе известных методов обработки информации, адаптированных к медицине. Вместе с тем нам представляется, что разумно использовать методы обработки наблюдаемых величин, построенных на основе структуры бионических моделей. Но это не простая задача, она требует проведения отдельных специальных исследований.

Рассмотренные принципы обработки информации в медицине индивидуальны для каждого пациента, и их, на наш взгляд, можно отнести к своеобразной «нанотехнологии» в социальных задачах прогнозирования здоровья населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов В.В. Введение в доказательную медицину. – М.: Медиа Сфера, 2001. – 392 с.
2. Васильев В.И., Жернаков С. В. Диагностика состояния авиационных двигателей с использованием нейронных сетей // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2007. – № 10 – С. 34–38.
3. Гаврилов А.И. Нейросетевая реализация процедуры идентификации динамических систем // Автоматизация и современные технологии. – 2002. – № 1. – С. 22–25.
4. Зубков А.В. Предсказание многомерных временных рядов с помощью нейронных сетей // Информационные технологии. – 2002. – № 2. – С. 20–26.
5. Баевский Р.Н., Чернышов М.К. Некоторые аспекты системного подхода и анализа временной организации функций в живом организме. – М.: Наука, 1986.
6. Ершов Ю.А., Карпов А.И., Костырин Е.В. Вектор состояния подсистем организма как основа автоматизации медицинской диагностики // Биомедицинские технологии и радиотехника. – 2004. – № 12. – С. 37–42.

7. Константинова Л. И. Математические модели и алгоритмы оценки риска заболеваний детей первого года жизни: Дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 1987.

8. Степанова Е. И., Нарциссов Р. П., Кочегуров В. А., Константинова Л. И. Прогнозирование здоровья детей раннего возраста. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1987. – 160 с.

9. Хохлова Т. Е. Модели и комплекс программ для решения задач реабилитационной терапии травм нервов конечностей: Дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 1987.

10. Абдулкина Н. Г., Левицкий Е. Ф., Кочегуров В. А., Константинова Л. И., Горелова Ю. В., Хохлова Т. Е. Алгоритмизация физиотерапии травм периферических нервов. – Томск: Печатная мануфактура, 2007. – 151 с.

11. Андреев С. Ю. Моделирование динамики возбуждения предсердий в задачах восстановления ритма сердца: Дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2006.

12. Андреев С. Ю., Кочегуров В. А. Алгоритмы интраоперационного моделирования возбуждения предсердий // Сибирский журнал индустриальной математики. – Новосибирск: Изд-во Института математики, 2005. – Т. 8, № 2. – С. 5–11.

13. Гергет О. М., Кочегуров В. А. Модели и алгоритмы оценки адаптационных стратегий и дифференциальной диагностики здоровья детей в неонатальном периоде. – Saakbrucken: Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH, 2012. – 145 с.

14. Марченко В. В. Математическое и программное обеспечение в задачах реабилитации детей с заболеванием щитовидной железы: Дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2009.

15. Кочегуров В. А., Константинова Л. И., Марченко В. В. Использование фазового отображения ЭЭГ для контроля состояния здоровья пациентов с тиреопатологией // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 319, № 5. – С. 125–129.

О СИСТЕМНОМ МЫШЛЕНИИ В БИЗНЕСЕ

ДЖОН ВЕНДЖЕР

<http://quantumshifting.wordpress.com/2012/10/21/what-is-systems-thinking-part-i/>

Пропагандируется внедрение системного мышления в практику управления бизнесом. Показывается, что традиционный аналитический подход к управлению достиг пределов своих возможностей. Описываются особенности системного мышления, расширяющие возможности управления бизнесом. Приводятся примеры использования системного мышления в решении проблем реальных предприятий.

***Ключевые слова:** системное мышление, аналитическое мышление, управление бизнесом.*

ЧАСТЬ I (ВВОДНАЯ)

Два аквариума стоят рядом. Рыбка в первом аквариуме кричит другой рыбке во втором: «Как у тебя с водичкой?». Вторая рыбка отвечает: «Что? Ах, вода... Да я никогда и не замечала её! Она хороша, а как у тебя?». Первая кричит в ответ: «И у меня такая же!».

Два комментария об этой ситуации.

Первый: Большинство людей, подобно второй рыбке, не задумываются о среде, в которой они находятся. Скажу больше, это неведение относится и к самому факту, что мы окружены какой-то средой. Но она есть, хотя мы о ней и не думаем. Эта среда – видение мира, или совокупность предположений и верований, которые расцвечивают нашу жизнь. Мы часто даже не подозреваем, как глубоки эти предположения и насколько сильно они влияют на все стороны нашей жизни – бизнес, образование, экономику и т.д.

Второй: Рыбка в первом аквариуме, разглядывая (с любыми намерениями и целями) второй аквариум, полагает, что жизнь там точно такая же. Всё очень похоже, и вторая рыбка говорит на том же языке, и её повадки и поведение выглядят так же, так что вполне разумно считать, что там всё такое же, как и в первом. Живя в воде, она никогда не пыталась осознать этого, а просто считала, что вода – это вода, и всё. Чего первая рыбка не знает, так это того, что жизнь во втором аквариуме сильно отличается от жизни в первом, потому что в первом аквариуме вода пресная, а во втором – солёная.

Подобно этой рыбке, мы часто не видим не только того, «что есть», но и того, «что может быть», и того, «что может быть ещё».

ПОЧЕМУ ВОЗНИКЛА ПОТРЕБНОСТЬ В СИСТЕМНОМ МЫШЛЕНИИ?

Хотя аналитическое мышление открыло законы природы, этого оказалось недостаточно. Аналитическое видение мира лежит в основе всех наших систем – образовательных, политических, финансовых, и в основе бизнеса тоже; и все они подошли к пределу потенциала своей эффективности в мире, оказавшемся сложным, переменчивым, неопределённым, многомерным. Это ощущается многими, но до тех пор, пока не придёт понимание причин этого, все усилия противодействовать падению эффективности наших систем (низкой производительности труда, снижению участия в выборах, падению лояльности потребителей, снижению интереса к образованию) сводятся к мелким «рационализаторским предложениям» или изобретению новых «методов» и «инструментов». Однако никакие новшества не могут в корне изменить положение, если они порождены всё тем же механистическим, аналитическим взглядом на мир. Необходимо более изощрённое видение мира. Требуется новый тип мышления, а не новые трюки в рамках старого мышления.

И процесс изменения менталитета уже идёт. По мере истечения сроков годности аналитического мышления во многих сферах жизни идёт формирование чего-то иного. Мы живём между старым и новым. Как замечательно выразился Вацлав Гавел, «...сегодня многое указывает на то, что мы переживаем переходный период. Все выглядит так, как будто что-то уходит, а что-то рождается в муках. Как будто что-то осыпается, распадается, истощается, а что-то иное, пока неясное, возникает из обломков...».

Когда мы переходим от одного типа видения мира к другому, нам не хватает слов для описания новых понятий. Даже если наше понимание мира резко изменилось, мы иногда не находим новых терминов для этого. Мы по-прежнему говорим «восход солнца», хотя Коперник доказал, что

это Земля движется, а не Солнце. Хотя теперь никто не верит, что солнце «поднимается», мы по-прежнему употребляем это слово. В происходящем переходном периоде от аналитического видения мира нас оттаскивают непреодолимые силы нарастающей сложности, неопределённости, многомерности. Мы можем пытаться действовать так, будто их нет, но от того, что мы не хотим их видеть, они не исчезают. И тратя дополнительную энергию на усиление контроля над реальностью, мы не устраняем её волатильность, а лишь увеличиваем свою усталость.

СУЩЕСТВУЕТ ДРУГОЙ СПОСОБ ГЛЯДЕТЬ НА ВЕЩИ

Системное мышление не просто отличается от аналитического, оно *совершенно другое*. Трудности описания этого различия происходят отчасти из-за ограниченности нашего запаса слов. Человек, приверженный аналитическому настрою ума, связывает смысл услышанных слов с аналитической перспективой и поэтому воспринимает системное мышление всего лишь как новую, улучшенную версию того, что мы уже имеем. Все мы приписываем услышанным словам смысл, вытекающий из нашего собственного опыта, независимо от того, какой смысл вкладывал в них говорящий. Спросите шотландца, что такое «ужин», и он скажет, что это значит слегка перекусить в 9–10 часов вечера перед отходом ко сну. Задайте этот вопрос американцу, и он ответит, что это вкусное и питательное застолье из нескольких блюд, обычно в 5–6 часов вечера. Слово одно, а смысл разный. То же и с системным мышлением. Это не просто давние предположения в другом сочетании и новой упаковке. Рыбка из первого аквариума не может понять, какова жизнь во втором аквариуме, пока сама не попадёт туда. А до этого она считает, что там жизнь такая же, что и у неё.

Если вы станете мыслить системно, вы иногда столкнётесь даже с тем, что вас сочтут слегка не в себе. Мы всё ещё живём с убежденностью в совершенстве административно-командного управления, и наши предположения во многом ещё не соответствуют реальности. Если вы станете говорить и действовать как мыслящий системно, к вам могут отнестись как королевскому шуту. Пожалуй, вам больше подойдёт сравнение с мальчиком, который крикнул, что король-то голый. Такова уж доля мыслящего системно. Вы видите и говорите то, что остальные считают лёгким бредом. Возможен и другой вариант: люди прислушаются к вашим словам, но через некоторое время вы обнаружите, что они воспринимают их в рамках аналитического мышления и недопонимают всей силы мышления системного. Всё-таки мы остаёмся пленниками представлений вроде того, что земля плоская. Так что либо вашими советами пренебрегают, так как ваши идеи кажутся идиотскими («Если не иерархически, то как

управлять людьми ???»), либо то, что они поняли, это не то, что вы имели в виду.

«Я знаю, что вы уверены, что поняли то, что, по вашему мнению, я сказал, но я не уверен, что вы осознаёте, что то, что вы услышали, это не то, что я имел в виду». Роберт Мак Клоски

Мне приходилось наблюдать попытку нарисовать организационную схему предприятия, одновременно описывая её на словах, и это просто резало слух. Человек что-то чертил на доске, и это никак не согласовывалось с тем, что он говорил; это было похоже на то, чтобы смотреть телевизор без звука под постороннюю музыку. Причиной трудностей стало отсутствие общепринятых средств описания нового объекта. Из-за отсутствия терминов, однозначно обозначающих нечто ещё только возникающее, мы втискиваем его в рамки устаревших моделей, используя слова вроде «производительность», хотя это не то, что мы имеем в виду. Мы не можем достичь полного самовыражения. Смысл древнеегипетских иероглифов был скрытым, пока мы не постигли значение их типовых фрагментов.

Гэри Хэймел образно выразил это: мы в плену своих знаний. В наших попытках строить бизнес по-новому бесполезно переделывать то, что есть, его надо разрушить. То, что тот человек пытался изобразить, было описанием бизнеса, действующего как живой организм (возникающий и саморазвивающийся процесс), а он рисовал диаграмму древовидной иерархии (жёсткую структуру). Они радикально преобразовали свой бизнес, но их способность описать это ещё не созрела. Это как рисовать чертёж робота, описывая живого человека. А современные менеджеры именно так продолжают видеть свою роль и на этом строят свои притязания на управление бизнесом.

Подсознательно исходя из укоренившегося аналитически-механистического видения мира, менеджеры относятся к бизнесу как к машине, а не как к органической системе. Одно из главных отличий между механизмом и организмом состоит в том, что машина не занимается собственным улучшением; она работает на благо своего хозяина. Рассматривая бизнес с механистических позиций, мы поневоле видим людей, участвующих в бизнесе, всего лишь как части машины, исполняющие приказы управляющего. Но разве работа бизнеса не направлена на благо всех – потребителей, работников, поставщиков, акционеров, общества (а не только собственников бизнеса)? Машины не имеют (пока) способности к постоянному самообучению и улучшению своей работы, а в самоорганизующихся системах встроено стремление к непрерывному самоу-

лучшению. Менеджеры относятся к бизнесу как к объекту управления, а не как к самоорганизующейся сущности, которую надо выращивать и обихаживать. Машины создаются для эффективного продвижения к конечной цели, независимо от того, какова эта цель. Они просто выполняют задание, не имея высшей цели. Но именно конечная цель определяет смысл всей работы.

Фундаментальные принципы системного мышления выглядят довольно просто. Всё со всем в мире взаимосвязано и взаимозависимо. Большинство с этим согласны. Но принципиально важно не просто признавать это, а и действовать в соответствии с этим.

ЧАСТЬ II (МЫСЛИТЬ ШИРЕ)

Нельзя по-настоящему оценить картину Жоржа Сюра «Воскресный полдень», рассматривая отдельные точки, из которых состоит этот шедевр. Это не просто совокупность всех точек, это художественные соотношения между ними, которые и придают картине жизненность.

В Части I обсуждались разные воззрения на устройство мира, убеждения и предположения, которые формируют нас и наш мир. Можно представить видение мира (парадигму) как своего рода интеллектуальную сферу, внутри которой мы обитаем. Когда я говорил, что системное мышление как видение мира полностью отличается от аналитического мышления, на то была причина. Однако любая новая парадигма (видение мира) одновременно включает старую и выходит за пределы старой. Нечто из старой сферы останется в новой, но, несмотря на это, новая и старая сферы существенно различны. Системное мышление не лишает нас способности (и понимания полезности) мыслить аналитически; на деле при необходимости мы используем и то, и другое. Можно усмотреть аналогию с наличием в гусенице того, что позже станет бабочкой, но согласитесь, что куколка и бабочка – совершенно разные вещи. «Бабочка» это не просто новая версия «гусеницы», а нечто большее, содержащее элементы старого.

Под нарастающим давлением новых знаний, прямого и косвенного опыта наши парадигмы достигают потолка полезности, и мы вынуждены расширить арсенал способов нашего мышления и нашей практической деятельности. Таким образом, хотя аналитическое и системное мышление – совершенно разные взгляды на мир, в сфере системного мышления можно усмотреть присутствие элементов аналитического мышления. Пытаясь подчеркнуть, что системное мышление не есть просто более модная версия аналитического мышления, я, возможно, чересчур упростил, говоря, что это совершенно разные твари, но такова любопытная особенность образа мыслей. По-моему, это не вопрос выбора более пред-

почтительного из них, а вопрос эволюции. Мы существуем, чтобы непрерывно развиваться, и уж раз мы *узнали*, что во Вселенной всё неразрывно взаимосвязано, мы не должны забывать этого. Когда мы прочувствуем это каждой клеточкой своего существа, наши миры безвозвратно изменятся. Это как в фильме «Матрица», когда Нео *увидел*, что означают зелёные загогулины на экране компьютера, и понял, что он-то и есть «Тот самый», он не мог более считать, что это просто скопище бессмысленных загогулин. Они по-прежнему были загогулинами, но их смысл изменился. После того, как изменились его убеждения, изменился и он сам.

Итак, для тех, кто ещё не пережил свой «момент Нео», системное мышление может звучать и выглядеть как новая версия аналитического мышления (повторяю: это не так!). Для тех, у кого «момент Нео» *состоялся*, это способ видения мира, который включает и превосходит аналитическое мышление, образуя более изощрённый тип мышления, поскольку линейного аналитического мышления недостаточно для того, чтобы мы могли справляться с вызовами XXI века. Настало время перестать смотреть на мир и на наши рабочие места со старых позиций.

ПОЧЕМУ ЖЕ ЭТО ТАК ВАЖНО?

Я уверен, что рост способности мыслить системно неизбежен и необходим: и для индивидов, и для предприятий и учреждений, да и для всего человечества. От этого зависит, будем ли мы жить и процветать, или хиреть и вымирать. Соблазнительно, томясь в тюрьме под названием «Аналитическое мышление», переделывать её, стараясь сделать её более комфортабельной, но она всё равно будет тюрьмой. Наш мир находится в кризисе, и наше предпринимательство в кризисе, и надо срочно что-то придумать, как преодолевать эти кризисы, так как наши старые способы действий в мире достигли потолка своей пригодности.

Коротко говоря, чтобы понять нечто с аналитической точки зрения, мы делим это на части («важны части, целое вторично»). Однако при разделении системы на части она теряет свои свойства. Мне нравится, как это описал Рассел Акофф: «Существенное свойство автомобиля – доставлять нас из точки А в точку В. Мы не сможем понять, как он это делает, разобрав машину на части. Машина – это не просто грудa частей; она продукт взаимодействий между этими частями». Как пишет Питер Сенге, системное мышление – «это способ видеть целое, умение смотреть не на вещи, а на взаимодействия между ними, усматривать общую тенденцию (pattern) изменений в последовательности отдельных состояний». Я бы сказал, что системное мышление, по сути, это думать и действовать исходя из того, что в природе всё со всем связано. Применительно к нашему бизнесу, мы сможем полнее понимать его и успешнее преодолевать наши

трудности, если будем концентрировать внимание не на его отдельных частях, а на том, как они взаимодействуют. Из этого центрального убеждения вытекают остальные базовые положения, образующие моё видение природы нашей работы:

- Нет отдельных случаев; есть тенденция (*pattern*) хода вещей. *Если я не вижу её, это значит лишь то, что я её пока не обнаружил.*

- Поскольку всё взаимосвязано, наши предприятия являются не линейными машинами, а сложными системами. *Это означает, что причинно-следственное (линейное, аналитическое) мышление полезно, скорее, для описания того, что уже произошло в прошлом, нежели для предвидения того, что может произойти в будущем.*

- Система сильнее влияет на эффективность, успех, результаты бизнеса, чем отдельные входящие в неё люди.

- Связи, отношения, делегирование полномочий более эффективны для достижения целей бизнеса, чем механистическая административно-командная иерархия.

- Работа над отдельными проблемами, или «симптомами», вряд ли затронет действительные источники проблем системы.

Этими положениями я и руководствуюсь в своей работе. Вместо того чтобы разглядывать под микроскопом детально каждую «часть бизнеса», я смотрю на всё в целом и изучаю его как нечто единое. В беседах с менеджерами я часто слышу сетования на «проблемы» их бизнеса. Есть известное изречение: *«Невозможно решить проблему с тем же мышлением, в рамках которого она возникла»*. И это не просто круто звучащая фраза, которая, по слухам, принадлежит Эйнштейну; это фундаментальный сдвиг в наших взглядах на проблемы бизнеса и на то, как следует искать ответы на вызовы, с которыми сталкивается бизнес. В очень многом из того, что я читаю в Интернете, проглядывается старое (аналитическое) мышление, приодетое как нечто новое и улучшенное; но никакое «усовершенствование» ничего не изменит, если ментальная модель остаётся старой. Например, некоторые предлагают новые способы как «улучшить процедуру найма», не подозревая при этом, что «наём» является частью большей системы «люди – способности – таланты – контракты». Предложения звучат красиво, но это всего лишь пересказ старого, поскольку «наём» по-прежнему рассматривается изолированно от всего остального, что происходит в бизнесе. И менеджеры действуют по-прежнему; и бизнесмены снова и везде повторяют ошибку, приведшую к провалу Мао в борьбе с воробьями. Провальный результат есть следствие применения аналитического подхода к существенно системной проблеме, подобно тому, как заменять отказавшую печень на донорскую ожиревшему алкоголику, не касаясь общих особенностей образа его жизни, которые, прежде всего, и привели к отказу печени.

ЧТО ЗНАЧИТ СИСТЕМНО МЫСЛИТЬ?

Это значит работать с вещами как с единым целым. Это значит мыслить шире. Вода по своей природе мокрая. Нельзя понять это свойство воды, разделив её на кислород и водород: ни у одного из этих элементов нет свойства воды. То же и с любым бизнесом: его нельзя до конца понять, рассматривая все его составные части по отдельности. Всё связано со всем, и возможности менеджера эффективно управлять бизнесом резко ограничиваются, если он занимается только «проблемными» частями. Осуществление целостного оценивания системы даёт нам широкий обзор, позволяющий увидеть в действии стороны, их взаимодействия, напряжения и силы (внутри и вне системы), и места, перспективные для вмешательства.

Мой опыт применения системного мышления для вмешательства в целостную, единую систему позволил организовать работу с совершенно иной точки зрения, не «исправляя» отдельные моменты, а используя симптомы и проявления всей живой сущности. Например, проблема повышения производительности труда работников не может быть решена путём разделения её на «набор и наём», «удержание работников», «вознаграждение», «управление работами» и рассмотрения этих компонентов по отдельности. Например, введение элементов игры в работу в качестве противоядия падению производительности труда можно сравнить с наложением повязки на опухоль в надежде, что это излечит рак.

Производительность труда является аспектом системы, объединяющей и то, как бизнес ведёт приём на работу, как он смотрит на мотивацию людей, как он распространяет знания, как поощряет сотрудничество, как способствует обучению и развитию...; всё со всем связано. Системный подход позволяет понять, почему управляющие воздействия на сложные системы часто вызывают удивление, выглядят контр-интуитивными, являются нелинейными, не причинно-следственными.

Системное мышление требует относиться к взаимосвязанности, неопределённости, эмерджентности и динамизму систем как к естественным их качествам. Мы должны отказаться от ожидания предсказуемости, определённости, причинно-следственных отношений в реальности. Я прочёл в Твиттере слегка шутливое, но очень ёмкое определение системного мышления: «Это ресурс, с помощью которого можно стать менее невежественным в чём-то, вместо того, чтобы самообманываться в точном знании этого». Парадокс: оно позволяет нам знать о реальности *больше*, но менее определённо.

Действовать так, будто бизнес-предприятие есть целое, означает радикально пересмотреть взгляды на то, как бизнес-предприятие действует.

Сама идея, что мы можем справиться с проблемами бизнеса по отдельности, пропитывает все аспекты предприятия. Но существует более гуманный, целостный и органичный взгляд на реальность. То, как он влияет на наши действия, можно проследить на примере системы «производительность труда», или «люди – способности – таланты – контракт на работу». Обычно мы разделяем её на части и пытаемся улучшить каждую из них. Вот лишь один пример:

Как мы принимаем на работу новых работников? За обладание определёнными компетенциями? Потому, что они хорошо выглядят? Потому, что они успешно прошли собеседование? Потому, что справились со всеми этими дурацкими тестами? Прежде всего, рассмотрение вашей практики найма вообще может быть ошибочным маневром, поскольку это лишь часть большей системы «люди – способности – таланты». Стоит ли фокусироваться на «найме», когда «правило 95 %» Деминга гласит, что внимание надо сосредоточивать на системе в целом. Подумайте о большей системе: нужно ли знать биографию?... зачем и как вы проводите собеседование?... это ориентация или церемония посвящения?... как ваши работники растут и обучаются?... как выглядит ваша беседа с увольняющимся работником?... почему ваши работники держатся за своё место? В процедуре приёма вы можете выяснять, соответствует ли кандидат культуре вашей организации, но если культура слабая, то вообще-то не имеет значения, кого нанимать. В слабую культуру он впишется в любом случае, хорош он или плох (и если не впишется, то это больше говорит о вашей системе, чем о вашем «плохом» найме!). Система будет влиять на их способность работать хорошо. Я хочу сказать, что если существует образ плохой работы организации, то зачем разглядывать под микроскопом технологию приёма на работу? Мыслите шире и смотрите на целое.

Если вы заметили, что растёт текучесть кадров, то это и есть тенденция, указывающая на нечто большее и скрытое. Думаю, психометрические опросы – это ещё один «пластырь на раковую опухоль». Если мы заключим, что всё дело в ошибках при приёме, мы не станем задавать важные вопросы о работе... или об обучении... или об осмысленности работы... или... . Принимайте любого. Принимайте и тех, кем вы недовольны. Можете даже последовать полезному совету Боба Маршалла: не считайте, что традиционные биографии страхуют вас от ошибок. На самом деле неважно, как вы принимаете на работу, если вы не осознаете, что правильные вопросы – это вопросы о *бизнесе в целом*. *Короче говоря, правильно ли задавать вопрос «Как мы нанимаем работников?»*

Нам надо освободиться от ограничивающих творческое мышление представлений и усвоить расширенный образ мыслей. Системное мышление является фундаментальным изменением воззрений на бизнес. Пред-

положения, которых мы придерживаемся относительно того, как делать бизнес, чаще всего ориентируют нас на измерение ненужных вещей, на решение проблем, которые являются лишь индикаторами системных тенденций. Мы часто стараемся искать ответы на несущественные вопросы. Пора думать более масштабно.

ЧАСТЬ III (ДВИГАТЬСЯ ДАЛЬШЕ)

В Части II статьи я утверждал, что если мы будем по-прежнему придерживаться смещённых представлений о бизнесе, то дело закончится тем, что станем задавать неверные вопросы. Мы логично ставим эти вопросы в пределах нашей устаревшей интеллектуальной сферы, изобретаем «новые и улучшенные» решения проблем, но всё кончается только тем, что мы чуть правильнее делаем те же самые старые неправильные вещи. Однако что произойдёт, если мы применим более масштабное мышление к вызовам бизнесу? Ну, ладно, есть вещь, именуемая системным мышлением, и что с того?

Если мы станем шире мыслить о проблемах бизнеса, мы сможем фундаментально повысить его эффективность. Я часто использую переход нашего представления о Солнечной системе от геоцентрического к гелиоцентрическому как пример того, какие изменения в нашей жизни может произвести смена парадигмы. Что из того, что Коперник сказал, что центром нашей системы является Солнце? Что это значило для практики? Коперник бросил вызов ортодоксальному воззрению на время, являвшемуся центральным для церковной доктрины. Затем Кеплер, Галилей и Ньютон доказали *научно*, что Коперник был прав. Ну и что? А вы попробуйте сказать, что последовавшая за этим революция в науке не сильно сказалась на жизни обычных людей. Это было как расходящиеся круги на воде: научная революция... наука даёт средства изменения основных институтов управления обществом... наука побуждает нас думать о нас самих... наука производит революции в медицине, технике, искусстве и культуре, архитектуре, производстве пищи...

Подобно этому, системное мышление совершает революцию в том, как мы организуем работу и как бизнес делает бизнес. Есть много примеров того, как применение системного мышления сделало бизнес более отзывчивым к потребителям, более удовлетворительным и значимым для тех, кто в нём работает, и более эффективным в своём собственном деле.

Как мы организуем свой бизнес? Для XIX века очень характерны административно-командные иерархии. Они применяются и поныне для управления бизнесом. Часто важные решения принимаются менеджерами, которые отдалены от пользователя. «Начальство знает лучше» — одно из тех скверных исходных положений, на которых основана роль менеджера

и вся работа организации. Но опыт показывает, что действительно эффективный бизнес должен управляться его пользователями. При этом решения по управлению бизнесом принимаются там, где он со стыкуется со своим пользователем. Для того, чтобы быть эффективным, бизнес должен реагировать на потребности рынка, а не на диктат менеджера.

Принятие точки зрения системного мышления на то, как делается бизнес, делает очевидной необходимость преобразований, совершения чего-то радикально другого. Постановка правильных вопросов с позиций системно расширенного взгляда на бизнес позволяет раскрыть, что на самом деле лежит в основе многих кажущихся непреодолимыми препятствий для повышения эффективности. В частности, это означает, что при контроле эффективности сервисного бизнеса вопросы об этом должны задаваться не о том, как работали исполнители, а о том, насколько удовлетворены пользователи. Например, контролёры ремонтных служб городского совета в Портсмуте задавали жильцам вопросы: «Улыбались ли вам рабочие, когда вы открывали им двери?», «Убирали ли рабочие за собой мусор после окончания работ?», вместо того, чтобы спросить: «Полностью ли была решена проблема?» или «Сколько раз приходилось вызывать рабочих снова, чтобы устранить недоделки?». Было необходимо кардинально расширить представление о том, *как* выполняются работы. Соответствующие изменения регламента работ привели к тому, что повысилось не только качество работ, но и удовлетворённость рабочих своей работой. Менеджер воздействовал на систему, а не на работников; он перешёл от административно-командного стиля управления к системному (т.е. от исполнения руководящих указаний к исполнению пожеланий потребителей). В итоге (не случайно) оказались довольны и начальство, и потребители, и рабочие.

Как мы осуществляем управление исполнением работ (performance management)? Как правило, управление работами связано с постановкой неверных вопросов. Во всяком случае, если посмотреть на него шире, управление работами конкретных исполнителей вообще практически бесполезно. Приведённый выше пример иллюстрирует «Правило 95 %» Деминга: лучше всего совершенствовать систему, а не людей в ней. Работайте с системой, а не с исполнителями в ней. Если мы продолжим полагаться на аналитические показатели работы и механистические средства её выполнения, мы не дадим раскрыться тому образу мышления и творческой инициативы (от *каждого*), которые необходимы для выживания бизнеса. Повторюсь ещё раз: намерены ли мы ставить правильные вопросы, когда дело доходит до управления исполнением работ?

Подход, опирающийся на системное мышление, поможет вскрыть коренные причины кажущихся непреодолимыми затруднений в бизнесе. Он расширит наш кругозор и освободит от своего рода инерции, заставляю-

щей нас делать одни и те же вещи снова и снова, с незначительными изменениями. Проблема управления работами вовсе не в управлении работами. Например, нашим клиентом однажды была фирма, находящаяся вверху перечней рейтингов «Лучших мест для работы»; она постоянно сталкивалась с проблемой «плохой работы», в частности, с тем, что люди не ощущают, что в организации принимаются достаточные меры против плохой работы. Люди считают, что во многих отношениях это действительно замечательное место для работы, но следует что-то делать с теми, кто работает плохо. Ведь иногда дело доходит даже до того, что людей увольняют из организации, к их сильному удивлению. Никто не говорил им, что их работой недовольны, пока отношения не испортились настолько, что стали нетерпимыми. Прислушавшись к таким сигналам, наш эксперт по управлению персоналом подошёл к проблеме системно и, вместо того, чтобы сразу навалиться на менеджеров, не занимающихся своими плохими работниками, установил, что коренная причина лежит в культуре организации; т.е. проблема является общесистемной.

Доминирующей темой в социологических опросах работников о качестве организации была тема доброжелательности рабочей атмосферы. Копнув глубже, мы выяснили, что многие считают «доброжелательность» и «устремлённость на работу» понятиями несовместимыми. Другими словами, можно иметь дружественное место работы или организацию, нацеленную на эффективную работу; это и создавало барьер для постоянных обсуждений эффективности работы. Распространённое мнение, что обсуждение качества работ подорвёт дружественные рабочие отношения, вело к тому, что такие обсуждения велись редко и недостаточно глубоко. Наша задача состояла в том, чтобы помочь сдвинуть культуру организации к тому, чтобы «дружественные рабочие отношения» были неразрывно связаны с «устремлённостью на качество работы». Вместо того, чтобы решать «проблему» менеджеров, не занимающихся плохими работниками, мы сосредоточились на изменении культуры всей организации, так что к концу нашей работы все участвовали в серьёзных, ориентированных на выявление сильных сторон, разговорах об эффективности работы на всех участках фирмы, и эти разговоры не вредили позитивным рабочим отношениям. Примерно на полпути нашего годичного проекта, в разговоре с группой высших менеджеров фирмы, которые ворчали по поводу того, что их подчинённые теперь стали спрашивать и о качестве работы самих менеджеров, мы пошутили, что они получают именно то, что заказывали.

В обоих приведённых случаях системное мышление заставляло нас смотреть на целое, а не на его отдельные части. Современные менеджеры должны сменить свою функцию с «контролёра над подчинёнными»

на «помощника подчинённым в работе». Главными в бизнесе становятся *цель, ценности и смысл*. Чего наш бизнес хочет достичь или создать в мире? Какими ценностями мы руководствуемся, делая это? Какое значение это имеет для работающих у нас? Роль менеджера состоит в том, чтобы обеспечить необходимые условия для реализации этих вещей, а не в том, чтобы указывать людям, что им делать.

Джулиан Вилсон, владелец аэрокосмической компании Matt Black Systems, привёл этому прекрасную аналогию (см. в Интернете a MIX article on re-designing their business). Чтобы спасти вымирающий вид, старое мышление велит нам вложиться в программу усиления питания этих животных. Новое мышление говорит, что мы должны сфокусировать усилия на том, чтобы обеспечить сохранение среды обитания вида, чтобы природа сама позволила виду процветать. Устранить те вещи в природе, которые угрожают виду; подкрепить те вещи, которые способствуют его процветанию.

Если, как говорит Дэниэл Пинк, люди действительно мотивированы стремлением к смыслу, мастерству и автономии (ММА: meaning, mastery and autonomy), эти цели будут достигнуты в культурной среде, условия которой способствуют их реализации. Начинать надо с устранения тривиального администрирования и властного менеджмента. Это не значит, что мы позволяем людям делать что угодно. Руководители должны осознать свою роль как служителей культуры. Именно культура (т.е. система) есть то, где менеджеры могут оказать наибольшее влияние, создать наибольшие возможности для эффективности, обучения и преобразования.

Ещё многое из происходящего в современном бизнесе не затрагивалось в нашем обсуждении потому, что не относится к основной теме разговора. Кое-что перестало действовать. Мы это ощущаем и чувствуем, что должен быть иной путь. Системное мышление позволяет смотреть шире и видеть глубже. Чтобы двигаться дальше, мы должны перестать повторять прошлые ошибки и развить способность думать масштабнее. Наряду с этим нам надо научиться упрощать сложность, которая открывается перед нами, и обрести уверенность в работе с вещами, которые мы не до конца познали. Таковы особенности сложных систем, хотим мы видеть это или нет.

... а если вы из тех, кто понял мощь системного мышления, хотя другие считают, что вы помешались, то вам полезно помнить слова, которые произнёс Галилей после того, как Инквизиция заставила его отречься от его сумасшедшей идеи, что Земля вращается вокруг Солнца: *Errur si tuove* («А всё-таки она вертится»).

УНИВЕРСИТЕТСКОЕ СООБЩЕСТВО ПОДАВЛЯЕТ ТВОРЧЕСТВО

ФРЕД САУТВИК

<http://the-scientist.com/2012/05/09/opinion-academia-suppresses-creativity/>

Отбивая охоту к изменениям, университеты глушат научные инновации, лидерство и рост.

***Ключевые слова:** инновации, творчество, университетская среда.*

Креативность улучшает жизнь. Она способствует нашим мыслителям, художникам, лидерам постоянно выдвигать новые концепции, новые формы самовыражения и новые способы улучшить любые стороны нашего существования. Творческий порыв особенно важен в научных поисках. Без него одни и те же препятствия, недуги и решения будут повторяться, потому что никто не сделает попытки по-другому взглянуть на вещи.

К несчастью, именно в академических кругах – там, где сегодня происходят научные инновации, – исследователей побуждают сохранять статус-кво и «не раскачивать лодку». Такая ментальность влияет на все стороны научных исследований – от генерирования идей до финансирования обучения следующих поколений учёных.

АКАДЕМИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Многие из тех, кто достиг руководящих позиций в академических кругах, были осторожными, старались не заводить врагов и не вызывать противоречий. Однако такая стратегия не способна порождать свежий взгляд,двигающий вперёд научные исследования. История науки полна индивидуалистами, которые отказывались признавать преобладающие теории и бросали вызов статус-кво. В области инфекционных болезней

такими научными индивидуалистами были Луис Пастер, чью теорию микробов осмеяли; Джозеф Листер, который выдвинул понятие стерилизации; Игнац Семмелвайс, который установил причину послеродовой лихорадки и подчеркнул важность мытья рук как меры предохранения от инфекционных болезней. В недавнем прошлом Барри Маршалл и Робин Уоррен отринули догму о стрессе как причине язвенной болезни желудка и доказали, что эта болезнь вызывается бактериями *Helicobacter pylori*.

В современных условиях нестандартное мышление ещё более важно, поскольку изменения стали правилом. Интернет в комбинации с доступностью мощных персональных компьютеров и смартфонов резко усилили возможности всемирного обмена идеями, что привело к резкому ускорению перемен. Все организации, включая наши академические центры, должны адаптироваться и переоценить свою политику в отношении того, что такое прогресс и успех.

Эффективный отклик на изменения в окружающей среде требует адаптивных лидеров. Такие лидеры могут убедить других изменить свою точку зрения, пересмотреть устоявшиеся научные догмы и методики экспериментирования. Такое влияние важно для облегчения чувства тревоги и потерь, связанных с изменениями. Обычная реакция на такие эмоции – волокита, отрицание, недовольство, приводящие к сохранению среды, сопротивляющейся изменениям и – прогрессу. Например, американская система *tenure* (гарантия сохранения должности до выхода на пенсию), позволяющая университетским профессорам свободно выражаться без опасения быть уволенным, разрешает им сопротивляться переменам и дискредитировать прогрессивных лидеров.

ФИНАНСИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

В области научных исследований всё определяется финансированием. Жёсткие ограничения, в которых учёные получают финансовую поддержку своим исследованиям, участвуя в конкурсах на федеральные, региональные и частные гранты, часто удерживают учёных от выхода за границы, установленные грантовым процессом. Поскольку вероятность получить грант не превышает 10%, учёные вынуждены тратить большую часть своего времени на написание заявок, а не на выполнение творческих работ. Университетам нужны инновативные лидеры, желающие изменить порядок финансирования исследований, иначе университеты будут глушить своих креативных и энергичных работников.

В этом отношении университетам следует поучиться у мира бизнеса, который понял, что инвестиции в человеческий ресурс и развитие работников создают успешное конкурентоспособное предприятие. Так же, как успешный бизнес работает на прибыль, успешный университет дол-

жен работать на свою главную миссию создания новых знаний. Слишком часто руководители университета тратят основное своё время на пополнение бюджета, а не на создание благоприятных условий для истинных инноваций.

ВЛИЯНИЕ НА УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС И НА СТУДЕНТОВ

Негативное влияние этого подавления креативности не ограничивается сферой исследований, финансируемых грантами. Руководство, поощряющее статус-кво в науке, влияет и на учебный процесс. Университетское образование призвано научить студентов мыслить критически. Однако эта цель отодвигается в сторону во многих наших учебных аудиториях, заменяясь на менее амбициозную цель – запоминание фактов. Как ни странно, когда роль запоминания преобладает, страдают творчески мыслящие студенты. Тестовые экзамены нацелены на способность студента к запоминанию фактов, а креативные студенты обычно не искушены в угадывании, что же думал составитель тестов. Они более искусны в решении проблем, генерировании гипотез, составлении планов, развитии понимания своего предмета – во всех ключевых аспектах деятельности настоящих критических мыслителей и профессионалов в науке. Поощряя тех студентов, которые воспринимают факты как евангелие, на веру, а не как средства создания новых знаний, университеты угнетают будущие поколения учёных.

Лишение творчества приоритетности меняет жизнь научной группы, превращая обсуждение новых идей и проблем в монолог. Ведущие исследователи слишком часто подавляют дискуссии вместо того, чтобы поощрять младших сотрудников к обмену идеями. Они подавляют инновации в своих лабораториях, установив автократическую иерархическую структуру. Наука стала ещё более конкретной и специализированной, что сделало невозможным для индивида охватить всю сложность своего предмета. Настала эра, когда эффективная и действительно инновативная наука требует коллективной работы и очень активных дискуссий, чтобы преодолеть препятствия для креативности.

КЛЮЧИ К ТВОРЧЕСТВУ И КОММУНИКАЦИИ

К счастью, некоторые научные учреждения осознают необходимость сотрудничества и, следуя примеру бизнес-сообщества, создают команды из экспертов разных специальностей для совместной работы по генерированию гипотез и проектированию экспериментов для развития знаний, стимулированию роста и творчества в своей области. Университетская система может выгадать от использования такого же подхода. Руководители

университета должны создавать рабочие группы из сотрудников разных лабораторий, понимающих вызовы современной научной среды. Амбициозные и творческие личности за очень короткое время революционизировали наш мир, наше восприятие вселенной. Если наши университеты не смогут выполнять миссию создания новых знаний, наше движение к созданию лучшего мира для людей будет серьёзно скомпрометировано.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К КЛАССИФИКАЦИИ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

В.Е. КИРИЕНКО

Администрация города Томска, Россия
vek@admin.tomsk.ru

Выполнен анализ вариантов классификации и определений СППР. Показано, что все существующие варианты предназначены для разработчиков и исследователей СППР. Они не позволяют сделать выбор СППР для использования самому менеджеру – ЛПР. Предложен вариант классификации и определения СППР в интересах ЛПР на основе пяти уровней познания Р.Л. Акоффа.

Ключевые слова: ИС, определение СППР, классификация СППР, ЛПР.

Системы поддержки принятия решений (СППР), или Decision Support Systems (DSS), представляют собой специальный тип управленческих информационных систем (ИС), или Management Information Systems (MIS). Они призваны обеспечить оказание помощи лицам, принимающим решения (ЛПР) в повседневной управленческой деятельности. Такое целевое предназначение СППР, по нашему мнению, должно быть отражено в соответствующей классификации систем, причем на языке, понятном ЛПР.

Рассмотрим теперь, насколько это требование выполняется, что предлагается специалистами при классификации типов СППР. Прежде всего, нужно отметить множественность вариантов классификации. Но одни не стали широко признанными, а другие, удачные для своего времени, потеряли актуальность. Часто упоминается классификация, разработанная в 1980 г. Стивеном Альтером [1]. В своей работе он изучил 56 программных приложений СППР и разбил их на 7 классов. Подходы к классификации

конца 80-х гг. достаточно наглядно представлены в исследовании [2]. В нем авторами, выполнившими анализ множества публикаций на эту тему, приведено пять оснований классификации. Состояние дел с классификацией СППР на текущий момент времени можно оценить по тому, как оно отображается известным специалистом по данному вопросу Д. Пауэром на его интернет-ресурсе [3]. Он классифицирует СППР по тому, какой инструментарий информационных технологий применяется при обработке информации в процессе поддержки принятия управленческого решения. Вот эта классификация СППР:

- Работающие с сообщениями (Communications-driven). Определяются использованием сетевых и коммуникационных технологий для поддержки групп пользователей, работающих над выполнением общей задачи.

- Работающие с данными (Data-driven). Здесь учитывается уровень доступа и обработки временных рядов внутренних данных организаций, иногда внешних данных в режиме реального времени.

- Работающие с документами (Document-driven). Характеризуются тем, что осуществляют поиск и работу с неструктурированной информацией, заданной в различных форматах, включая отсканированные документы, гипертекстовые документы, изображения, звуки и видео.

- Работающие со знаниями (Knowledge-driven). Обеспечивают поддержку решения задач на основе фактов, правил, процедур, могут предложить или рекомендовать действия для менеджеров с помощью экспертной поддержки при решении специализированных проблем.

- Работающие с моделями (Model-driven). Определяются использованием математических моделей (статистических, финансовых, оптимизационных, имитационных и т.д.).

Если соотнести опубликованные и обсуждаемые в литературе варианты классификаций СППР с потребностями тех, кто будет пользоваться этой информацией, то можно убедиться, что все они отображают «взгляд» проектировщиков, специалистов по информатизации. Они предназначены для специалистов своего «цеха», игнорируют описание тех качеств СППР, которые нужны ЛПР, и прежде всего предоставление средств создания «языковых моделей», о значимости которых говорят Ф.П. Тарасенко [4] и С. Бир [5].

Рассмотрим, какую информацию должна содержать классификация СППР, предназначенная для использования лицами, принимающими решения. Допустим, что перед ЛПР стоит задача выбора некоторой системы поддержки решений из определенного множества систем, предлагаемых поставщиками – разработчиками СППР. Прежде всего, ему желательно понять: какова область применимости каждой из них; чем она может по-

мочь в управлении; на каком уровне организационной иерархии менеджмента её следует использовать.

Автор данной статьи ещё в 1985 г., на основе анализа внедрения информационных систем широкомасштабного регионального проекта АСУ Томской области, сформулировал так называемый принцип пирамиды [6,7]. Он гласит: *количественный состав и качественное содержание задач информатизации управления организационной системой должны находиться в прямом соответствии с потребностями ЛПР каждого из уровней иерархии этой системы*. При этом были выделены четыре класса информационных систем. Основанием для формирования именно четырех классов послужило деление должностного состава аппарата управления на уровни. Хотя в западной культуре управления различают три уровня менеджмента: высший (top management), средний (middle management), низший (low/operative management), но последний включает и специалистов. В России, например, в органах местного самоуправления принято деление персонала управления по муниципальным должностям на четыре группы: группа высших должностей; группа главных должностей; группа ведущих должностей; группа старших должностей (в последнюю группу входят должности консультанта, помощника, главного специалиста, ведущего специалиста). Отметим, что в обоих случаях существует еще одна категория персонала – призванная обеспечить работу первых четырех категорий. Но она в расчет не берется, так как ее представители не имеют непосредственного отношения к управлению, соответственно, использованию информационных систем, выполняя функции посыльных, курьеров и подобных им.

Предпринятый почти три десятилетия назад подход к классификации систем был, во-первых, попыткой найти общий язык между проектировщиками – специалистами по информатизации и потребителями – ЛПР. Нужно заметить, что классификации по конструктивным особенностям СППР подвержены моральному старению в связи с появлением новых информационных технологий. В отличие от них предлагаемая классификация по «принципу пирамиды», базируется на достаточно устойчивом во времени основании – организационной иерархии управления.

В одной из своих последних книг, обобщающей обширный практический и исследовательский опыт – «Менеджмент в XXI веке», – Р. Л. Акоффа [8] предложил содержательную иерархию ценностных категорий, которую Ф. П. Тарасенко метко определил как «пять уровней познания», или «пирамида познания Акоффа» [4].

В «пирамиде» Р. Л. Акоффа раскрывается смысл таких сущностей, как *данные, информация, знания, понимание и мудрость*. Он пишет, что различия между ними не только важны сами по себе, но они образуют

иерархию по возрастанию ценности [8]. Кратко представим содержание каждого из пяти уровней, от низшего к высшему.

Данные состоят из символов, обозначающих объекты, события и их свойства. Они являются результатом наблюдения.

Информация получается из данных преобразованием их в полезную форму. Она состоит из описаний, ответов на такие вопросы: *Кто?*, *Что?*, *Когда?*, *Где?*, *Сколько?*, и является разбиением данных на группы, классы однородности.

Знания образуются из получения ответов на вопрос *Как?* (Как связаны между собой классы?). Знание состоит из «*ноу-хау*» и содержится в инструкциях. Знание может быть получено либо из опыта, например методом проб и ошибок, либо из эксперимента, либо от кого-то другого, кто получил его из опыта, своего или чьего-то еще.

Понимание заключается в объяснениях, в ответах на вопрос: *Почему?* (Почему классы связаны именно таким образом?). Понимание нужно для определения релевантности данных и информации, осознания, почему ситуация такова, как она есть, и как ее характеристики причинно связаны с нашими целями.

Мудрость есть способность воспринять и оценить субъектом суждений ближайшие и отдаленные последствия своего поведения, учитывать ценность результатов, она предполагает наличие ответов на вопрос: *Зачем?* (*Для чего в будущем? Для кого в будущем?*). Мудрость определяет смысл дальнейшего использования полученных сведений.

Главным требованием со стороны ЛППР является то, что *возможности СППР должны соответствовать потребностям ЛППР определенного уровня в организации, т.е. обеспечивать возможность построения всех моделей в соответствии с пирамидой познания Акоффа*.

Соответственно этому утверждению представим классификацию СППР, начиная от низшего уровня пирамиды (пирамиды уровней развитости моделей):

- *Системы данных*. На этом уровне располагаются системы, представляющие собой простейшие приложения для манипулирования данными реляционных СУБД (ведение справочников, классификаторов, кодификаторов и пр.). Обычно с ними работает персонал нижнего уровня управления.

- *Системы информации*. Они содержат ответы на вопросы Кто?, Что?, Когда?, Где?, Сколько? Большинство приложений в информатизации различных организаций и сфер деятельности, которые разрабатываются и используются в настоящее время, относятся к этому классу. И, как правило, такие системы работают на уровне нижнего и среднего звеньев менеджмента, реже используются высшим менеджментом.

- *Системы знания.* Дополнительно к ответам на вопросы Кто?, Что?, Когда?, Где?, Сколько? добавляется ответ на вопрос Как? Такие системы предполагают обязательное наличие инструментария создания и использования баз знаний. Они дают материал для формирования решений или готовые варианты решений, которые учитывают предыдущий опыт, позволяют повторить его. Такие системы чаще всего востребованы на уровне среднего менеджмента. Примером системы знаний могут быть системы электронного документооборота с хранилищем документов. Работник может получить представление о том, как формировать тело документа, какие решения принимались по тому вопросу, который его интересует, и т.д.

- *Системы понимания.* Они должны содержать ответы на вопрос Почему?, с учетом наличия ответов на предыдущие. Такие системы должны демонстрировать результаты предыдущего опыта, объяснять их, давать возможность улучшить ситуацию на основе осознания полученного опыта, предыдущих решений. Эти системы позволяют не только повторить лучший опыт, но и улучшить качество принятия решений с учетом дополнительных возможностей и существующих ограничений. Уровни использования – средний и высший менеджмент. Пример привести можно такой: в тех организациях, где внедрен полноценный электронный документооборот, существует возможность и есть требование обязательного согласования проектов документов со всеми стейкхолдерами. В процессе согласования каждый из них имеет право высказать свое мнение, внести изменение, дополнение в проект. Как правило, требуется аргументация мнения: «Почему я так думаю и предлагаю?». Такая групповая работа с проектом решения позволяет учесть разносторонний опыт, знания, видение ситуации с разных точек зрения. Это дает понимание общей ситуации автору проекта документа и лицу, принимающему окончательное решение по нему.

Обратим внимание на то, что в классах систем знания и понимания приведены примеры электронного документооборота. Этими примерами автор хочет показать, что совсем не обязательно СППР должна содержать какие-либо имитационные модели, методы оптимизации и пр. Лучший способ моделирования – использование «живого» опыта стейкхолдеров, интеллектуального потенциала людей.

Теперь о пятом уровне пирамиды познания Акоффа. В классификации СППР этот уровень не представлен. Конечно, не будем полностью исключать, что в будущем могут появиться СППР, которые позволят моделировать «мудрость», но Р.Л. Акофф высказался по этому поводу так: «Вполне возможно, что мудрость, которая существенна для эффективного достижения всех целей, есть характеристика людей и их организаций –

характеристика, которая окончательно отличает их от машин и других организмов» [8]. Другими словами, ответ на вопрос «зачем?» является прерогативой лица, принимающего решение, а не функцией СППР.

Представленный вариант классификации СППР на основании пирамиды познания Акоффа позволяет дать соответствующее определение этим системам, но прежде для сравнения приведём формулировки других авторов. В ранних работах, например [9], СППР характеризуется как «... основанная на использовании моделей совокупность процедур по обработке данных и суждений, помогающих ЛПР в принятии решения». В [10] СППР определяется как «...компьютерная информационная система, используемая для поддержки различных видов деятельности при принятии решения в ситуациях, где невозможно или нежелательно иметь автоматические системы, которые полностью выполняют весь процесс принятия решения», чем подчеркивается, что СППР не заменяет ЛПР, автоматизируя процесс принятия решения, а лишь оказывает ему помощь в ходе решения поставленной задачи. В [11] предложено рассматривать СППР в качестве «...интерактивных автоматизированных систем, которые помогают ЛПР использовать данные и модели, чтобы решать неструктурированные проблемы». Другие исследователи добавляют, что СППР помогает решать и слабоструктурированные проблемы.

При этом как в публикациях, так и в практике различают понятия ИС (MIS) и СППР (DSS). Об этом можно судить по подробному обзору особенностей процесса эволюции СППР за последние 40 лет, который дан Д. Пауэром в [12]. Яркий пример: Г. Дэвис в своей книге [13] вначале говорит об ИС, которая определяется им как «интегрированная человеко-машинная система, предоставляющая информацию для поддержки операций, менеджмента и функции принятия решений в организации». Название одной из последующих глав книги звучит как «Информационная система поддержки принятия решений». А в дальнейшем речь идет уже об «Информационной системе поддержки планирования и управления». Подобные метаморфозы Д. Пауэр объясняет особенностями переходного периода от ИС к СППР в конце 60-х гг. прошлого века. До этого предоставление информации для менеджмента ограничивалось обработкой транзакций и выдачей строго структурированных учетно-отчетных форм. Это естественно, потому что характеристики программно-аппаратного обеспечения ЭВМ того периода развития информационных технологий не позволяли большего, так как не было соответствующих мощностей, в стадии зарождения находились СУБД, отсутствовала возможность работы в интерактивном режиме с пользователями, были и прочие ограничения. И только с переходом технологий на новый уровень развития в 70-х в публикациях исследователей формируется устойчивое представление о СППР.

На главной странице постоянно обновляемого интернет-ресурса Д. Пауэра приводится следующее определение СППР: «Система поддержки принятия решений (СППР) – это интерактивная компьютерная система или подсистема, позволяющая лицам, принимающим решения, использовать коммуникационные технологии, данные, документы, знания и/или модели для распознавания и решения проблем, поддержки процесса решения задач и принятия решений» [3]. Обратим внимание и полностью выразим согласие со следующей за ней констатацией автора: «Системы поддержки принятия решений – общий термин для любого компьютерного приложения, повышающего способность лица или группы принимать решения». Так как «любым компьютерным приложением» может быть и то, что одними авторами понимается под ИС для менеджмента, и то, что другими понимается под СППР, то не имеет смысла их каким-то образом различать друг от друга. Действительно, очевиден следующий вывод: на современном уровне информационных технологий сущностное содержание ИС для менеджмента и СППР представляет собой единое множество и употребление терминов равнозначно, взаимозаменяемо и применимо ко всем компьютерным приложениям в организационном управлении.

Полезность данного, кажущегося для многих очевидным вывода, можно проиллюстрировать следующим примером. В рамках создания «электронного правительства», «электронного муниципалитета» и других масштабных российских проектов даже в настоящее время «СППР» часто обособляются от «информационных систем», чем разработчиками подчеркивается более высокий уровень применяемых технологий, например экспертных систем, искусственных нейронных сетей и т.д. Но под тем и другим понимаются непосредственно системы для менеджмента организаций того или иного уровня, согласно классификации по пирамиде познания Акоффа. Следовательно, более приемлемым термином в обозначении всех информационных систем для менеджмента организаций будет именно «система поддержки принятия решений» (СППР). Он, во-первых, в большей мере определяет принадлежность системы конкретному предназначению. Во-вторых, позволяет отличать СППР от других категорий информационных систем, таких как, например, «компьютерная деловая игра» или «электронная услуга», имеющих отличный перечень входов и выходов, существенных для рассмотрения на базе модели «черного ящика».

В заключение, возвращаясь к определению СППР с учетом проведенной классификации на основании пирамиды познания Акоффа, предлагаем следующую формулировку: *Система поддержки принятия решений (СППР) – это система, обеспечивающая представление и интерпретацию данных, информации, знаний, понимания в процессе разработки управленческих решений ЛПР.*

ЛИТЕРАТУРА

1. *Alter S.L.* Decision support systems: current practice and continuing challenges. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub., 1980.
2. *Ларичев О.И., Петровский А. Б.* Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития // Итоги науки и техники. – М.: ВИНТИ. Т. 21. – С. 131–164.
3. *Power D.J.* [Электронный ресурс]. – URL: <http://dssresources.com> (дата обращения: 18.01.2013).
4. *Тарасенко Ф.П.* Моделирование и феномен человека. Часть I: Моделирование – инфраструктура взаимодействия человека с реальностью – М.: Научные технологии, 2012.
5. *Бир С.* Мозг фирмы: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993.
6. *Кириенко В.Е.* Человеческий фактор корпоративных информационных систем // Вестник Томского государственного университета. Серия «Математика. Кибернетика. Информатика». – Томск, 2002. – № 275. – С. 133–138.
7. *Кириенко В.Е.* Принцип пирамиды в информатизации администрации города Томска. // Местное самоуправление: первые итоги реформы: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции по проблемам местного самоуправления. – Томск: ООО «Издательство «Курсив», 2006. С. 126–131.
8. *Акофф Р.Л.* Менеджмент в XXI веке (Преобразование корпорации): Пер. с англ. Ф.П. Тарасенко. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006.
9. *Little J.D.C.* Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus // Management Science. – 1970. – 16, №8. – P. B466–B485.
10. *Ginzberg M.J., Stohr E.A.* Decision Support Systems: Issues and Perspectives // Processes and Tools for Decision Support / Ed. by H.G. Sol. – Amsterdam: North - Holland Publ. Co., 1983. – P. 9–31.
11. *Gorry G.A., Scott Morton M.S.* A Framework for Management Information Systems // Sloan Management Review. – 1971. – 13, №1. – P. 55–70.
12. *Power D.J.* A Brief History of Decision Support Systems. DSSResources.COM, World Wide Web, <http://DSSResources.COM/history/dsshis.html>, version 4.0, March 10, 2007.
13. *Davis G.*, Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure and Development. – New York: McGraw-Hill, Inc., 1974.

МЕТОД СТРУКТУРНОЙ ГРУППИРОВКИ ОБЪЕКТОВ В ЗАДАЧЕ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНОК ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ПО МАЛЫМ ВЫБОРКАМ¹

**А.А. ДОРОФЕЮК, Ю.А. ДОРОФЕЮК,
А.Л. ЧЕРНЯВСКИЙ**

Институт проблем управления РАН, г. Москва
daa2@mail.ru

Ключевым инструментом анализа и моделирования экономического развития является мониторинг социально-экономических показателей в разрезе субъектов РФ. Главная проблема, с которой сталкиваются статистики развитых стран, – это проблема коррекции статистических данных для малых (нерепрезентативных) выборок, которые обычно возникают из-за недостаточного финансирования выборочных обследований. В настоящей работе предложен новый метод анализа малых выборок, позволяющий получать достаточно точные оценки без уменьшения оперативности мониторинга. Он основан на современной методологии интеллектуального анализа данных, в том числе на алгоритмах структурно-классификационного анализа.

Ключевые слова: структурно-классификационный анализ, нерепрезентативные выборки, мониторинг динамических объектов.

¹ Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, проекты 11-07-00178-а, 11-07-00735-а, 13-07-00992.

Проблема недостаточной представительности результатов выборочных статистических обследований (мониторинга) в случае малых, нерепрезентативных выборок особенно остро проявляется при формировании статистических данных в разных структурных разрезах (например, в региональном разрезе, по видам экономической деятельности, по формам собственности, видам продукции, половозрастным группам и т.д.).

Разработаны и широко применяются различные модели и процедуры сглаживания временных рядов, основанные на агрегации данных за несколько временных интервалов [1,2]. В частности, такие процедуры, как *X12-ARIMA* (разработчик Бюро Цензов США), *TRAMO-SEATS* (разработчик – Банк Испании), рекомендованы ОЭСР и Евростатом в качестве стандартных методов сезонного сглаживания и применяются на практике многими национальными статистическими органами. Они реализованы в виде специального программного обеспечения *DEMETRA* [3]. Модели типа *ARIMA* [1] хорошо решают задачу сглаживания временного ряда, но приемлемое качество сглаживания достигается в них лишь в том случае, если для анализа используется достаточно большой отрезок этого ряда. Данные модели весьма инерционны, они не реагируют на резкие изменения показателей, которые происходят, например, во время кризисных ситуаций. Уловить такие изменения способны только самые простые (с точки зрения теории временных рядов) методы с малой памятью, типа метода скользящего среднего [1]. Но эти методы, во-первых, еще более чувствительны к размеру выборки, а во-вторых, являются недостаточно оперативными, так как для получения несмещённых оценок за текущий период времени требуются данные как за предыдущие, так и за будущие периоды.

В работе предложен новый метод повышения достоверности статистических показателей для малых (нерепрезентативных) выборок, позволяющий получать достаточно точные оценки без уменьшения оперативности мониторинга. Он основан на современной методологии интеллектуально-го анализа сложноорганизованных данных, в том числе на использовании методов структурно-классификационного анализа [4].

1. СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Постановка задачи и описание метода даются на примере задачи ежемесячного мониторинга некоторого показателя функционирования социально-экономических объектов. При этом по некоторым причинам (в основном связанным с недостаточностью финансирования) имеющийся объём выборки обеспечивает представительные данные только по системе в целом (обычно это – Российская Федерация) и по некоторым крупным объектам (регионам). Для большинства же объектов достоверно оценить

значения исследуемого показателя непосредственно по выборочным данным не удаётся. В качестве примера на рис. 1 приведены данные мониторинга уровня безработицы в Вологодской области (в рамках ежемесячного мониторинга населения РФ по вопросам экономической активности, занятости и безработицы). Очевидно, что уровень безработицы не может за один месяц снизиться с 11,8 % до 6 % (как в августе – сентябре 2009 г.) или подняться с 7,7 % до 10,8 % (как в январе – феврале 2010 г.) и тут же упасть до 7 % (как в феврале – марте 2010 г.). Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о статистической недостоверности полученных оценок, т.е. эти выборки не являются репрезентативными. Рис. 1 наглядно это демонстрирует.

Как уже говорилось ранее, простейшим методом сглаживания является метод скользящего среднего [1]. Он заключается в том, что данные выборочных обследований за несколько последовательных месяцев (в простейшем случае – за три месяца) объединяются в одну выборку, по этой укрупнённой выборке рассчитывается среднее значение показателя, и оно условно относится к среднему месяцу. Для большинства задач социально-экономического мониторинга выборка, построенная путём объединения выборок трёх последовательных месяцев, достаточно представительна, и построенный этим методом временной ряд оказывается достаточно гладким. Однако метод скользящего среднего имеет существенный недостаток – чтобы рассчитать значение скользящего среднего за текущий месяц, необходимы данные выборочного обследования за следующий месяц. В работе предлагается метод сглаживания, который свободен от этого недостатка.



Рис. 1. Уровень безработицы в Вологодской области

2. МЕТОД СТРУКТУРНОЙ ГРУППИРОВКИ ОБЪЕКТОВ

Основная идея предлагаемого *метода структурной группировки объектов (МСГО)* состоит в том, что для повышения надёжности оценки исследуемого показателя производится усреднение не по времени, а по ансамблю объектов мониторинга. Это является ключевым отличием предлагаемого метода от других методов сглаживания временных рядов (например, от метода скользящего среднего, когда в одну группу объединяются выборки наблюдений за разные месяцы для одного и того же объекта). При использовании же метода МСГО в одну группу для дальнейшего расчёта оценки искомого показателя анализируемого i -го объекта объединяются выборки, полученные в одном и том же месяце для нескольких объектов, близких в определённом смысле по динамике исследуемого показателя к i -му объекту.

Ниже МСГО описан как метод оценки исследуемого показателя y для i -го объекта в k -м месяце текущего года. Далее этот объект называется i -эталонным, а k -й месяц – расчётным. Метод включает 3 этапа:

Этап 1. Производится сглаживание помесечных данных мониторинга i -эталонного объекта, для чего используется процедура трёхточечного скользящего среднего.

Этап 2. На этом этапе используется разработанный авторами статьи алгоритм i -эталонной классификации [5] (подробное описание см. раздел 2.2). С помощью этого алгоритма формируется класс объектов, близких (в определённом смысле) к i -эталонному объекту по динамике исследуемого показателя. Выборки вошедших в этот класс объектов для каждого момента времени из рассматриваемого диапазона мониторинга объединяются, то есть эти объекты рассматриваются как один виртуальный объект, ассоциируемый с i -эталонным объектом.

Этап 3. На базе объединённых выборок для виртуального объекта с помощью процедуры масштабирования находится искомая оценка исследуемого показателя для i -эталонного региона по состоянию на расчётный месяц.

2. 1. ФОРМИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ОБЪЕКТА ДЛЯ i -ЭТАЛОННОГО ОБЪЕКТА

Для формирования виртуального объекта используются выборочные данные за каждый из 13 месяцев (расчётный месяц и за 12 месяцев, предшествующих расчётному). Выбор временного ряда такой длины диктуется следующим. Для того чтобы определить, являются ли два объекта близкими по динамике исследуемого показателя y , необходимо сопоставить его значе-

ния в двух объектах за период не меньше года (так как сезонные изменения у могут проявляться в течение всего года). Поскольку при формировании виртуального объекта используются не только исходные данные, но и их сглаженные значения (полученные с помощью процедуры скользящего среднего), то необходимы данные за дополнительный месяц в начале временного ряда. В качестве оценки скользящего среднего для расчётного месяца берется полусумма значений показателя за расчётный и предыдущий месяцы.

Формирование виртуального объекта производится с помощью предлагаемого в работе итерационного алгоритма i -эталонной классификации динамических объектов (траекторий) [5].

2.2. АЛГОРИТМ i -ЭТАЛОННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Дадим вначале формальную постановку задачи i -эталонной классификации на примере задачи помесечного мониторинга исследуемого показателя y для N объектов. Пусть в процессе мониторинга для каждого l -го объекта получены n_l выборочных значений показателя y как за расчётный месяц, так и за каждый из 12 месяцев, предшествующих расчётному. Задача i -эталонной классификации состоит в разбиении по этим данным N объектов на такие 2 класса (i -эталонный и фоновый классы), чтобы выбранный критерий качества классификации $J_{эм}$ принимал максимальное значение. В работе в качестве критерия $J_{эм}$ используется значение коэффициента корреляции r_j между двумя временными рядами (векторами) – рядом оценок показателя y , полученных по объединённой выборке для объектов, отнесённых к i -эталонному классу (виртуальному объекту) $y_{вирт,k}$, как за расчётный месяц, так и за каждый из 11 месяцев, предшествующих расчётному; и рядом скользящих средних помесечных данных за тот же период времени мониторинга i -эталонного объекта $y_{cc}^{этал}$, то есть величина

$$J_{эм} = r_k = r(y_{вирт,k}, y_{cc}^{этал}). \quad (1)$$

В формуле (1) величина k – это номер набора регионов, составляющих i -эталонный класс, однозначно определяющий номера регионов, входящих в этот набор. Тогда к i -эталонному классу относится такой набор объектов под номером m , который доставляет максимум критерию (1), то есть $m = \arg \max_k J_{эм}(k) = \arg \max_k r(y_{вирт,k}, y_{cc}^{этал})$. Все остальные

объекты относятся к фоновому классу. Отметим, что критерий качества классификации $J_{эм}$ (1) отличается от всех остальных тем, что в явном виде не зависит от объектов, отнесённых к фоновому классу. Очевидно, что для получения глобально оптимальной в смысле (1) i -эталонной классифика-

ции необходимо произвести полный перебор всех возможных поднаборов объектов из исходного набора N объектов.

В работе предложен эвристический алгоритм максимизации (1), с точки зрения основной идеи похожий на алгоритм пошаговой регрессии. Он представляет собой итерационную процедуру, на каждом шаге которой к i -эталонному классу при определённых условиях присоединяется наиболее близкий к нему объект из тех, которые к этому шагу не вошли в i -эталонный класс.

Для удобства описания алгоритма объектам присваиваются номера в том порядке, в котором они относятся к i -эталонному классу: i -эталонному объекту присваивается номер 1, следующему объекту, отнесённому к i -эталонному классу, – номер 2 и т.д.

Рассмотрим $(j+1)$ -й шаг алгоритма. К началу $(j+1)$ -го шага i -эталонный класс (виртуальный объект) включает j объектов, отнесённых к нему на предыдущих шагах, и представлен следующей информацией:

1. Временной ряд значений скользящего среднего оценок показателя y для i -эталонного объекта за 12 месяцев, предшествующих расчётному месяцу, а также оценка скользящего среднего для расчётного месяца, равная полусумме исходных значений оценок показателя расчётного и предыдущего месяца для этого объекта (далее этот временной ряд будем называть i -эталоном):

$$y_{\text{этал}}^i = y_{cc}^i = (y_{cc}^{i(2)}, \dots, y_{cc}^{i(12)}, \hat{y}_{cc}^{i(13)}). \quad (2)$$

2. Временной ряд (вектор) значений оценок показателя y , полученных по объединённой выборке для объектов, отнесённых к $(j+1)$ -му шагу алгоритма к i -эталонному классу (виртуальному объекту) $y_{\text{вирт}}^j$, как за расчётный месяц, так и за каждый из 11 месяцев, предшествующих расчётному:

$$y_{\text{вирт}}^j = (y_{\text{вирт}}^{j(2)}, \dots, y_{\text{вирт}}^{j(13)}). \quad (3)$$

3. Коэффициент корреляции между временными рядами (2) и (3):

$$r_j = r(y_{\text{вирт}}^j, y_{\text{этал}}^i). \quad (4)$$

На $(j+1)$ -м шаге алгоритма из всех объектов, ещё не вошедших в i -эталонный класс (виртуальный объект), выбирается такой s -й объект, добавление которого к i -эталонному классу доставляет максимум коэффициенту корреляции r_{j+1} :

$$r_{j+1}(s) = \max_l (r_{j+1}(l)). \quad (5)$$

Если $r_{j+1} \geq r_j$ (коэффициент корреляции после включения s -го объекта в i -эталонный класс (виртуальный объект) не уменьшился), то этот объект добавляется к i -эталонному классу, ему присваивается номер $(j+1)$ и алгоритм переходит к следующему шагу.

Если же $r_{j+1} < r_j$ (коэффициент корреляции уменьшился), то работа алгоритма заканчивается.

На рис. 2 в качестве примера приведена иллюстрация работы алгоритма i -эталонной классификации динамических объектов на примере Вологодской области. Как видно из рисунка, в виртуальный регион, ассоциированный с Вологодской областью, вошло 13 регионов (включая саму Вологодскую область). В процессе добавления новых регионов в группу коэффициент корреляции возрастал в пределах от 0,2 до 0,97. На рис. 2 объекты расположены по оси абсцисс в порядке их включения в виртуальный регион.

2.3. ПРОЦЕДУРА МАСШТАБИРОВАНИЯ

Несмотря на то, что временные ряды (2) и (3) по форме могут почти не отличаться друг от друга (в прикладных задачах коэффициент корреляции между соответствующими временными рядами, как правило, больше 0,9), их средние значения и масштаб могут заметно отличаться. Такое смещение и изменение масштаба объясняется тем, что в качестве меры близости временных рядов при формировании виртуального объекта используется значение коэффициента корреляции. А смещение на константу и изменение масштаба не меняют этого значения.

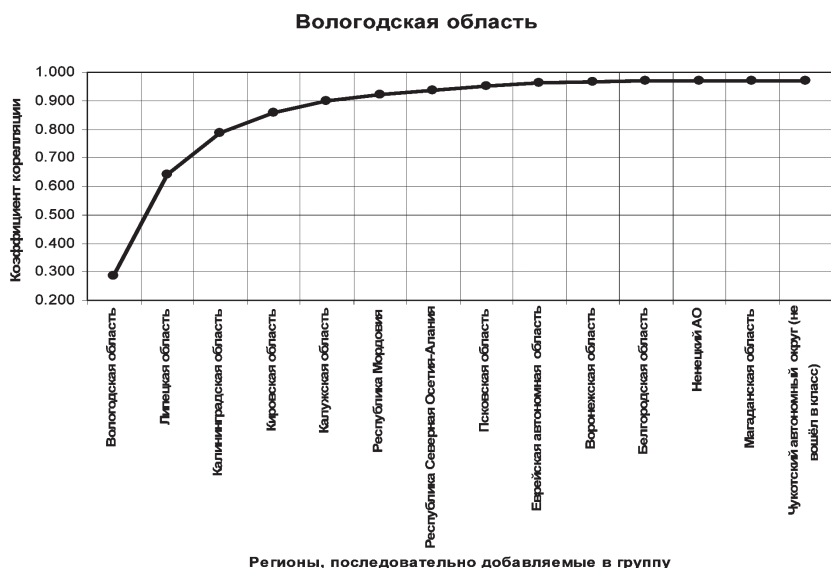


Рис. 2. Регионы, вошедшие в виртуальную группу для Вологодской области

Для демонстрации такого смещения на рис. 3 показан временной ряд уровня безработицы в виртуальном регионе, сформированном для Вологодской области, и для сравнения – временной ряд скользящего среднего этого показателя для Вологодской области. На этом примере (который является типичным) видно, что кривая уровня безработицы в виртуальном регионе достаточно гладкая. Как правило, она оказывается даже более гладкой, чем скользящее среднее для исходного временного ряда расчётного региона, потому что объём выборки по виртуальному региону обычно больше, чем объём выборки по расчётному региону за три месяца.

Таким образом, к i -эталонному классу могут относиться объекты, близкие к расчётному по характеру сезонных изменений значений оценок показателя y , но заметно отличающиеся по абсолютной величине этих оценок и с большей или меньшей амплитудой их колебаний (масштаба этой величины). Для того чтобы устранить полученное в результате этого смещение и изменение масштаба, производится линейное преобразование временного ряда (3), которое далее будет называться процедурой масштабирования.

Цель процедуры масштабирования – с помощью линейного преобразования временного ряда (3) (т.е. смещением на константу и изменением масштаба) так «совместить» его с временным рядом (2), чтобы сумма квадратов разностей между этими рядами по всем месяцам была минимальной.

Формально эта задача формулируется следующим образом: требуется

найти такие константы b_0 и b_1 линейной регрессии $y_{атл}^i$ на $y_{вирт}^j$, чтобы

$$\Delta y = \sum_{l=2}^{13} \left[y_{cc}^{i(l)} - (b_1 y_{вирт}^{j(l)} + b_0) \right]^2 \rightarrow \min, \quad (6)$$

где величины $y_{cc}^{i(l)}$ и $y_{вирт}^{j(l)}$ определены в (2) и (3) соответственно. Задача

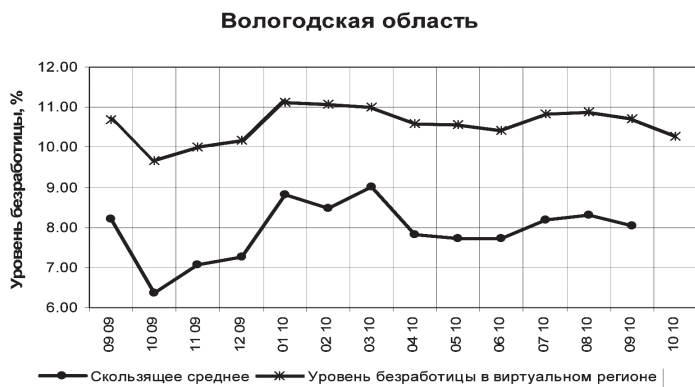


Рис. 3. Уровень безработицы в виртуальном регионе и скользящее среднее уровня безработицы в Вологодской области

нахождения оптимальных коэффициентов линейной регрессии (6) решается с помощью стандартной процедуры метода наименьших квадратов.

Результат решения этой задачи для рассматриваемого примера Вологодской области представлен на рис. 4.

Как видно из представленного рисунка, в результате применения процедуры масштабирования временной ряд уровня безработицы в виртуальном регионе для Вологодской области и временной ряд скользящего среднего этого показателя оказались практически совмещены. Это показывает высокую точность разработанного метода.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СТРУКТУРНОЙ ГРУППИРОВКИ ОБЪЕКТОВ В ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ

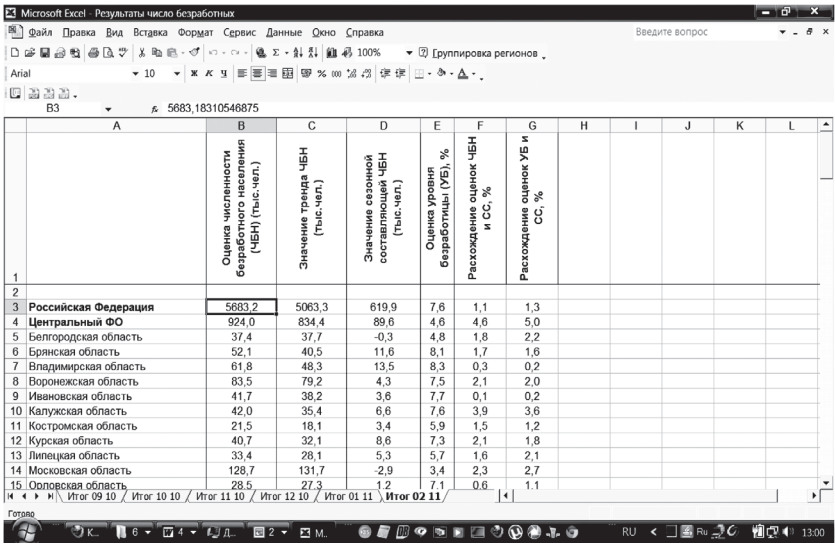
В рамках применения на практике предлагаемого в статье метода МСГО была рассмотрена задача корректировки (сглаживания) оценок показателей экономической активности населения по субъектам РФ в условиях малых выборок. В настоящее время по вопросам экономической активности, занятости и безработицы ежемесячно опрашивается около 69 тыс. человек в возрасте 15–72 года (около 33 тыс. домашних хозяйств), или 0,06 % населения данного возраста. Объем месячной выборки обеспечивает представительные данные только в целом по РФ и некоторым крупным (по численности населения) субъектам РФ. Для двух третей субъектов РФ объемы месячной выборки являются недостаточными для получения представительных данных по показателям безработицы. Однако для эффективного мониторинга



Рис. 4. Результат масштабирования

МЕТОД СТРУКТУРНОЙ ГРУППИРОВКИ ОБЪЕКТОВ В ЗАДАЧЕ
ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНОК ПОКАЗАТЕЛЕЙ
МОНИТОРИНГА ПО МАЛЫМ ВЫБОРКАМ

требуются оценки для каждого конкретного месяца по каждому субъекту РФ, при этом в оценках должны быть учтены колебания, вызванные фактором сезонности, эффектом размещения выборки. Разработанный метод МСГО был успешно использован в Федеральной службе государственной статистики (Росстате) при решении задачи разработки системы алгоритмов и программных средств для автоматизации процедуры достоверного оценивания показателей мониторинга экономической активности населения, занятости и безработицы по субъектам РФ, формируемых по итогам месячных обследований населения по проблемам занятости [6]. В результате применения этого метода для каждого из 83 регионов РФ в период с сентября 2010 г. по октябрь 2011 г. были проведены расчёты ежемесячных оценок значений следующих показателей: численности экономически активного населения, уровня экономической активности, численности безработного населения, уровня безработного населения, численности занятого населения, уровня занятости населения. На базе предлагаемого в статье метода МСГО была разработана программа автоматического расчета оценок искомого показателя мониторинга как встраиваемый модуль для работы в программе Microsoft Excel. На рис. 5 представлена таблица, получаемая при расчете оценок численности безработного населения для всех регионов РФ за расчетный месяц. В программе также автоматически рассчитываются значения сезонной составляющей и тренда оценки показателя, как и сравнение оценок, полученных методами скользящего среднего и МСГО. При необходимости программа выводит на экран графики изменения динамики



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Оценка численности безработного населения (ЧЕН) (тыс.чел.)	Значение тренда ЧЕН (тыс.чел.)	Значение сезонной составляющей ЧЕН (тыс.чел.)	Оценка уровня безработицы (УБ), %	Расхождение оценок ЧЕН и УС, %	Расхождение оценок УБ и УС, %					
1												
2		5883.2	5063.3	619.9	7.6	1.1	1.3					
3	Российская Федерация	5883.2	5063.3	619.9	7.6	1.1	1.3					
4	Центральный ФО	924.0	834.4	89.6	4.6	4.6	5.0					
5	Белгородская область	37.4	37.7	-0.3	4.8	1.8	2.2					
6	Брянская область	52.1	40.5	11.6	8.1	1.7	1.6					
7	Владимирская область	61.8	48.3	13.5	8.3	0.3	0.2					
8	Воронежская область	83.5	79.2	4.3	7.5	2.1	2.0					
9	Ивановская область	41.7	38.2	3.6	7.7	0.1	0.2					
10	Калужская область	42.0	35.4	6.6	7.6	3.9	3.6					
11	Костромская область	21.5	18.1	3.4	5.9	1.5	1.2					
12	Курская область	40.7	32.1	8.6	7.3	2.1	1.8					
13	Липецкая область	33.4	28.1	5.3	5.7	1.6	2.1					
14	Московская область	128.7	131.7	-2.9	3.4	2.3	2.7					
15	Орловская область	28.5	27.3	1.2	7.1	0.6	1.1					

Рис. 5. Скриншот окна программы для расчета оценок показателя мониторинга

оценок расчётного показателя по месяцам как для каждого отдельного региона (объекта), так и для РФ в целом.

Ввиду того, что в Росстате до введения в эксплуатацию метода МСГО для расчёта оценок показателей использовался метод скользящего среднего (МСС), для проверки эффективности МСГО было проведено сравнение оценок, полученных этими двумя методами. Результаты этих расчётов позволяют сделать следующие выводы. Оценки соответствующих показателей, полученные МСС и МСГО, очень близки (около 2 % от величины оцениваемого параметра для самых «проблемных» регионов). Ошибки МСС – это ошибки интерполяции. Ошибки МСГО связаны с неоднородностью выборки. При разных источниках ошибок результаты получаются достаточно близкими, это говорит об эффективности использования МСГО для достоверной оценки уровня соответствующего параметра. Однако МСГО имеет решающее преимущество: позволяет получать оценки уровня анализируемого параметра сразу после получения данных выборочного обследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов // Прогноз и управление. Вып. 1, 2. – М.: Мир, 1974.
2. Judge G. G., Griffiths W. E., Hill R. C., Lutkepohl H., Lee Tsoung-Chao. The Theory and Practice of Econometrics. Second edition. NY: John Wiley and Sons, 1985.
3. Introduction to Seasonal Adjustment, DEMETRA+. – URL: <http://circa.europa.eu/irc/dsis/eurosam/info/data/demetra.htm>
4. Бауман Е.В., Дорофеюк А.А., Дорофеюк Ю.А. Методы динамического структурного анализа многомерных объектов // Сборник трудов 4-й международной конференции по проблемам управления (МКПУ-IV). – М.: ИПУ РАН, 2009. – С. 338–343.
5. Дорофеюк Ю.А., Дорофеюк А.А., Лайкам К.Э., Чернявский А.Л. Алгоритмы эталонной кластеризации в задаче повышения достоверности статистических показателей в условиях нерепрезентативных выборок // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2011): Труды Пятой международной конференции. – М.: ИПУ РАН, 2011. – Т. I. – С. 268–275.
6. Лайкам К.Э., Дорофеюк А.А., Дорофеюк Ю.А., Чернявский А.Л. Классификационные методы коррекции результатов мониторинга социально-экономических показателей в условиях нерепрезентативных выборок // Вопросы статистики. – 2011. – №5. – С. 13–18.

**РАЗДЕЛ ВТОРОЙ.
ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ
СОЦИАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ**

**SECTION TWO.
THEORY OF GOVERNANCE**

О КОМПЬЮТЕРНОМ ИССЛЕДОВАНИИ АКТИВНЫХ СИСТЕМ

А.В. МЕДВЕДЕВ

Сибирский государственный аэрокосмический
университет им. академика М.Ф. Решетнева
(Красноярск). saor_medvedev@sibsau.ru

Рассматривается проблема моделирования организационных систем, содержащих как элемент человека или группу людей. Принципиальное отличие между техническими и активными системами заключается в наличии дополнительных контуров управления на некоторых выходах и входах системы, а также в наличии качественных (нечисловых) переменных. Предлагается метод исследования активных систем средствами компьютерного моделирования.

Ключевые слова: активные системы, идентификация, априорная информация, измерение, К-модели, социальные системы.

Ограничиваясь одними рассуждениями, мы уподобились бы некоторым древним философам, пытавшимся добывать законы природы из собственной головы. При этом неизбежно возникает опасность, что построенный таким образом мир при всех своих достоинствах окажется весьма мало похожим на действительный...

Л.Д. Ландау

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия все большее внимание исследователей привлекают процессы организационного характера. К ним относятся процессы, протекающие с участием человека или коллективов людей,

в частности, объекты промышленности, коммерческие структуры, региональные образования и многие другие подобные процессы и соответствующие им системы. Для таких систем будем придерживаться названия *активные системы* [1], хотя в литературе встречаются и другие названия (целенаправленные системы, социальные системы, организационные, социально-экономические, человеко-машинные, социотехнические и т.д.). Их характерной особенностью являются неполнота и неопределенность априорных данных, множество разнообразных целей и др. При моделировании таких систем приходится формулировать те или иные задачи локального характера в различных, принципиально отличающихся, постановках, а их объединение в единую систему представляет серьезные трудности. Не случайно задача управления организацией, коллективами во многом остается в большей степени искусством, чем наукой. Различные уровни априорной информации, характеристики процессов, проблемы их моделирования более подробно были рассмотрены ранее [2, 3].

Существенным в рассматриваемых задачах является то, что «входные-выходные» переменные организационного процесса являются как вещественными, так и экспертными оценками, т.е. качественными переменными, нечисловую оценку (измерение) которых может дать только эксперт или группа экспертов. Оценка их может даваться в различных качественных шкалах [4]. В отличие от технических систем управления, в активных системах управления появляется необходимость введения контуров управления процессом реализации уже полученных управленческих решений. Последние также должны быть отнесены к классу активных процессов. Наконец, оценка выходных переменных процесса – отклик системы на соответствующие управляющие воздействия – осуществляется также активной системой, включающей в себя человека (группу экспертов). Безусловно, здесь важную роль будут играть психологические, эмоциональные и др. черты человека, а также опыт экспертов. Именно по этой причине управление организацией, регионом и др. часто относят скорее к искусству, чем к науке. Наиболее эффективным направлением создания систем управления активными процессами является рациональный синтез двух составляющих: искусства и науки на основе уже накопленного опыта. Особое значение приобретают исследования в области обучающихся систем [5, 6]. Действительно, к активным системам управления (а это, наиболее вероятно, интеллектуальные компьютерные системы) естественно предъявить требования обучаемости, т.е. повышения качества управления в процессе своего функционирования. Иными словами, обучающаяся активная система управления в процессе своего функционирования должна становиться все более «умной». А это связано не только с накоплением и анализом данных, что является само по

себе не очень простой задачей, но и с развитием теории обучающихся и самообучающихся систем.

АКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ

Рассмотрим схему локальной организационной системы, представленную рис. 1 и формулой (1), где A – неизвестный оператор объекта, $x(t)$, $q(t)$, $z(t)$ – выходные переменные процесса, $u(t)$ – управляющее воздействие, $\mu(t)$ – входная контролируемая, но не управляемая переменная процесса, $\omega(t)$ – переменная, характеризующая промежуточное состояние процесса, дающая дополнительную информацию о протекании процесса, $\theta(t)$ представляет собой воздействие внешней среды на объект. Повторим, что для активных систем часть переменных может иметь нечисловую природу, например, это могут быть какие-либо распоряжения, постановления, приказы, а также законодательные акты, которые с течением времени претерпевают те или иные изменения. Входная переменная $\lambda(t)$ не поддается контролю, $\xi(t)$ – векторное случайное воздействие, t – непрерывное время, H^u , H^v , H^x , H^y , H^z , H^q , H^z – каналы связи, соответствующие различным переменным, включающие в себя средства контроля, устройства для измерения наблюдаемых переменных, μ_t , u_t , x_t ,

θ_t , q_t , z_t , ω_t – означает наблюдение $\mu(t)$, $u(t)$, $x(t)$, $\theta(t)$, $q(t)$, $z(t)$, $\omega(t)$ в дискретное время t . Контроль переменных (x , u , μ , θ , q , z) осуществляется

через некоторый интервал времени, т.е. x_i , u_i , μ_i , θ_i , q_i , z_i , ω_i , $i = \overline{1, s}$ – выборка измерений переменных процесса (x_1 , u_1 , μ_1 , θ_1 , q_1 , z_1 , ω_1), (x_2 , u_2 , μ_2 , θ_2 , q_2 , z_2 , ω_2), ..., (x_s , u_s , μ_s , θ_s , q_s , z_s , ω_s), ..., s – объем выборки, $h\mu(t)$, $h^x(t)$, $h^u(t)$, $h^\omega(t)$, $h^q(t)$, $h^z(t)$, со значком сверху – случайные помехи измерений соответствующих переменных процесса.

Отметим ещё одно существенное отличие выходных переменных $z(t)$, $q(t)$ и $x(t)$, представленных на рис. 1. Выходная переменная $x(t)$ контролируется через интервалы времени Δt , как и входные переменные, а $q(t)$ контролируются через существенно большие интервалы времени ΔT , $z(t)$ – через ($T \gg \Delta T \gg \Delta t$). (Ограничимся двумя градациями интервалов между отсчётами переменных, хотя их может быть и больше.) Стрелки, помещенные внутри объекта (рис. 1), символизируют наличие в объекте человека (коллектива людей).

Выходная переменная $x(t)$ определяется следующим образом:

$$x(t) = A(u(t-\tau), \mu(t-\tau), \omega(t-\tau), \lambda(t-\tau), \theta(t-\tau), \xi(t-\tau)). \quad (1)$$

Запаздывание τ , присущее процессу, и запаздывания (задержки) при измерении или оценке тех или иных переменных процесса, могут быть разными, но ради простоты будем обозначать их одним символом.

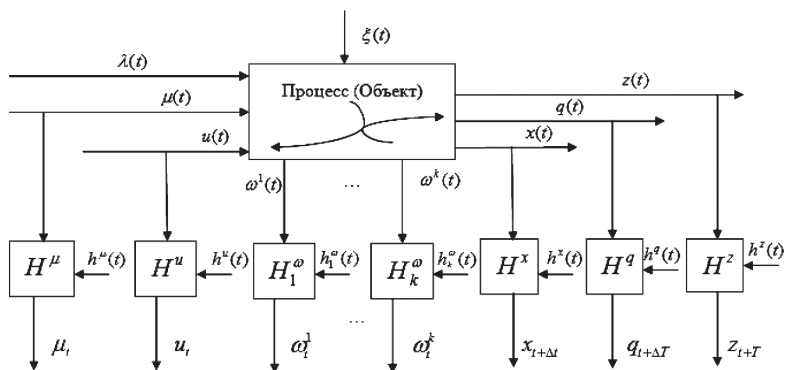


Рис. 1. Общая схема многомерного активного процесса

Неизвестный оператор системы A отображается его моделью, тогда модель исследуемого процесса $x(t)$ может быть представлена как:

$$\hat{x}(t) = \hat{A}_x(u(t-\tau), \mu(t-\tau), \omega(t-\tau), \theta(t-\tau), t). \quad (2)$$

При прогнозировании и целесообразно использовать следующие модели:

$$\hat{q}(t) = \hat{A}_q(u(t-\tau), \mu(t-\tau), \omega(t-\tau), \theta(t-\tau), \hat{x}(t), t), \quad (3)$$

$$\hat{z}(t) = \hat{A}_z(u(t-\tau), \mu(t-\tau), \omega(t-\tau), \theta(t-\tau), \hat{x}(t), \hat{q}(t), t), \quad (4)$$

где τ – запаздывания, различные по соответствующим каналам связи (из соображений простоты мы используем одно и то же обозначение), знак « $\wedge$ » означает модель соответствующего процесса. Ещё раз подчеркнём, что при исследовании реальных социально-экономических процессов некоторые переменные могут быть и качественные.

В дальнейшем все входные переменные, поддающиеся контролю, объединим в один *совокупный вектор* $v(t)$, а выходные – в совокупный вектор $y(t)$; векторы промежуточных переменных обозначим, как и ранее, $\omega(t)$. Тогда схема, представленная на рис. 1, примет вид (БИ – блок измерения переменных):

Поясним содержание термина «совокупный вектор» – это вектор, составленный из некоторых компонент соответствующих векторов. Например, компоненты вектора входных переменных (рис. 2) $v(t)$ могут быть такими: $v_t^1 = (u_t^1, \mu_t^3, \theta_t^1, u_t^2)$, $v_t^2 = (u_t^2, u_t^4, \theta_t^3, \mu_t^1, \mu_t^3)$, т.п. Соответственно, компоненты векторов $\omega(t)$ и $y(t)$ могут быть составлены так: $\omega_t^1 = (\omega_{1t}, \omega_{3t}, \omega_{4t})$, $\omega_t^2 = (\omega_{2t}, \omega_{3t})$; $y_t^1 = (x_t^1, x_t^2, z_t^2, q_t^1)$, $y_t^2 = (x_t^3, z_t^2, q_t^1, q_t^2, x_t^4)$, т.п. Состав компонент составных векторов находится в прямой зависимости от конкретного исследуемого процесса, наличия априорной информации о нем, его характеристик, свойств и т.д.

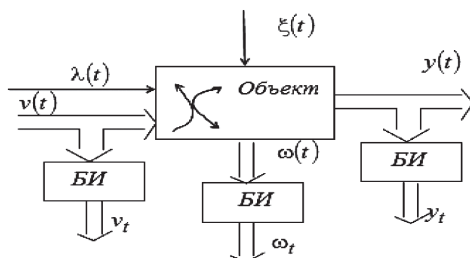


Рис. 2. Схема активной системы

Принципиальным отличием моделирования организационных систем от других является наличие обратных связей, контуров управления и т.п., «встроенных» в исследуемый процесс извне. Это меняет коренным образом взгляд на проблему идентификации, которая усугубляется еще и тем, что необходимо изучать проблему идентификации в «широком» смысле, то есть в условиях меньшей априорной информации, чем при параметрической идентификации. В условиях *непараметрической* неопределенности [2] возможно использование статистик $y_s(t) = S(v(t), \omega(t), \bar{y}_s, \bar{v}_s, \bar{\omega}_s)$, где S – непараметрическая статистика [3, 7, 8], $\bar{y}_s = (y_1, \dots, y_s)$, $\bar{v}_s = (v_1, \dots, v_s)$, $\bar{\omega}_s = (\omega_1, \dots, \omega_s)$ – временные векторы, S – объем выборки наблюдений «входных-выходных» переменных объекта.

В качестве непараметрических моделей некоторых фрагментов активных систем, *содержащих только числовые переменные*, могут быть приняты следующие статистики:

$$y_s(v(t), \omega(t)) = \frac{\sum_{i=1}^S y_i W(\eta_s(v(t) - v_i)) W(\eta_s(\omega(t) - \omega_i))}{\sum_{i=1}^S W(\eta_s(v(t) - v_i)) W(\eta_s(\omega(t) - \omega_i))} \quad (5)$$

где $W(\cdot)$ – функции, аналогичные колоколообразным (ядерным) функциям из [7, 8], весовые коэффициенты η_s – коэффициенты, обратные параметрам размытости, входящим в непараметрические оценки и алгоритмы [2, 7, 8], с той лишь разницей, что $\eta_s \rightarrow \infty$, а играет роль весовых коэффициентов при соответствующих компонентах векторов $v(t)$ и $\omega(t)$, поэтому в дальнейшем индекс S при η мы будем опускать.

Оценка из класса (5) в многомерном случае примет вид

$$y_s(v(t), \omega(t)) = \frac{\sum_{i=1}^S y_i \prod_{j=1}^n W(\eta_i^j(v^j(t) - v_i^j)) \prod_{j=1}^k W(\eta_i^j(\omega^j(t) - \omega_i^j))}{\sum_{i=1}^S \prod_{j=1}^n W(\eta_i^j(v^j(t) - v_i^j)) \prod_{j=1}^k W(\eta_i^j(\omega^j(t) - \omega_i^j))} \quad (6)$$

либо

$$y_s(v(t), \omega(t)) = \sum_{i=1}^s \alpha_i(v(t), \omega(t)) y_i, \tag{7}$$

где
$$\alpha_i(v(t), \omega(t)) = \frac{\prod_{j=1}^n W(\eta_i^j(v^j(t) - v_i^j)) \prod_{j=1}^k W(\eta_i^j(\omega^j(t) - \omega_i^j))}{\sum_{i=1}^s \prod_{j=1}^n W(\eta_i^j(v^j(t) - v_i^j)) \prod_{j=1}^k W(\eta_i^j(\omega^j(t) - \omega_i^j))}, \tag{8}$$

а $\sum_{i=1}^s \alpha_i(v(t), \omega(t)) = 1$ для любого t , коэффициенты η_i являются весовыми

коэффициентами, n – число компонент составного вектора $v(t)$.

Более общая схема активной системы показана на рис. 3.

Специального рассмотрения требует проблема включения в модель системы тех её фрагментов, которые характеризуются наличием нечисловых переменных. Сами такие переменные фиксируются в номинальной или порядковой шкалах и не допускают арифметических операций над ними при их обработке. Распространённая практика «оцифровывания» качественных данных и последующее обращение с цифровыми символами как с числами чреваты получением результатов, не несущих того содержания и того качества, которые хотелось бы получить. Для оценивания соотношений, зависимостей между разношкальными переменными требуются специальные приёмы [17].

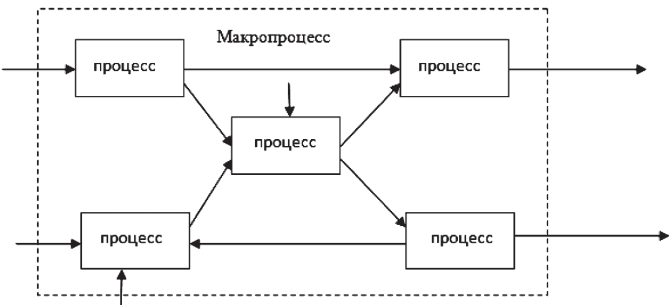


Рис. 3. Фрагмент организационного процесса

УПРАВЛЕНИЕ АКТИВНЫМИ СИСТЕМАМИ

Сначала приведем укрупненную схему управления техническим объектом, в достаточной степени приближенную к реальности.

Здесь введены обозначения: УУ – управляющее устройство; ИМ – исполнительный механизм; БК – блок контроля; БВЗ – блок выдачи зада-

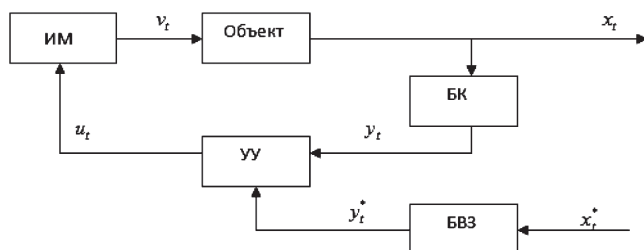


Рис. 4. Упрощенная схема управления техническим объектом

ния; u_t – полученное (расчетное) управляющее воздействие; v_t – управляющее воздействие, поданное ИМ на объект; x_t – выходная переменная объекта; y_t – измеренное значение x_t ; x_t^* – заданное значение выхода объекта; y_t^* – задание, поданное на УУ. Схема системы управления, приведенная на рис. 4, хотя и является упрощенной, но в ней присутствуют все важнейшие элементы, в частности, исполнительный механизм, блок контроля выходной переменной процесса, блок выдачи задающего воздействия. Следует иметь в виду, что все эти приборы, механизмы и т.п. выполняют предписанные им действия с той или иной случайной погрешностью, неточностью. Конечно же, при разработке средств автоматизации, управления теми или иными процессами стремятся использовать все новейшие достижения науки, техники, технологии и др. и достигают успеха в самых различных областях практики и производства, в частности, к ним можно отнести разнообразные электромеханические машины, механизмы, турбины, реакторы, летательные аппараты, плавильные печи и многое другое.

При исследовании организационных систем, разработки для них средств моделирования и управления все обстоит совсем иначе. Главным отличием систем управления активными процессами от вышеназванных является то, что все или большая часть блоков, входящих в нее, также являются активными системами (рис. 5).

Введем следующие обозначения: О – объект управления; БПРУ – блок процесса реализации управления; УУ – управляющее устройство; УПР – управление процессом реализации выработанного УУ управляющего воздействия, БКО – блок контроля и оценки компонент вектора выходных переменных управляемого процесса; УС БКО – управляющая система БКО; КУУ – корректирующее управляющее устройство блоком УУ; БФЗВ – блок формирования задающих воздействий; ВС – внешняя среда. Еще раз заметим, что все блоки, входящие в систему управления активным объектом (процессом), сами являются активными. Это прин-

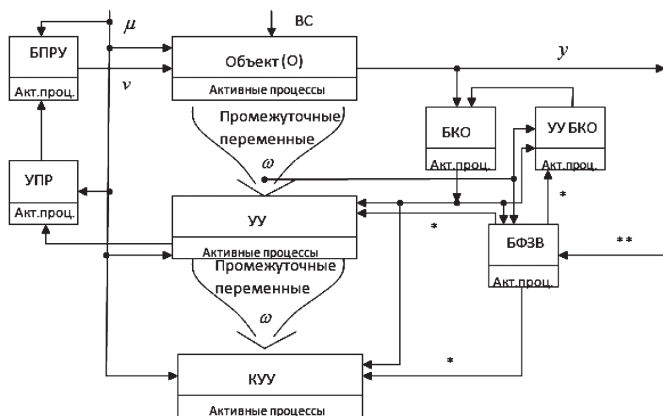


Рис. 5. Общая схема системы управления активным процессом

ципиальное отличие систем управления активными системами от систем управления техническими, технологическими, производственными и многими другими процессами, хотя и последние не исключают участия человека в процессе функционирования соответствующих блоков системы управления.

Приведенная выше схема управления активным объектам, конечно же, носит довольно общий характер. При разработке системы управления конкретным активным объектом необходимо соответствующее наполнение содержанием всех блоков системы. Важнейшим этапом на этом пути будет комплексное использование всей априорной информации, обучающих выборок и т.п. Тем не менее вопрос формирования обучающих выборок является настолько важным, что требует специального рассмотрения. Ниже проанализируем два важнейших аспекта этой проблемы.

Первая проблема состоит в том, что при создании той или иной обучающейся системы требуется обучающая выборка всех измеряемых с шумами переменных, характеризующих исследуемый процесс. Следуя приведенным выше обозначениям, принятым на рис. 2, она может быть

представлена в виде $\{\vec{v}_s, \vec{\omega}_s, \vec{y}_s\}$, где стрелка обозначает временной вектор. При этом по конкретным каналам связи и управления из компонент векторов v, ω, y формируют соответствующие составные векторы. Реальная ситуация складывается так, что объем выборок катастрофически мал по сравнению с размерностью соответствующих векторов, что превращает многие задачи практики в нерешаемые с точки зрения теории управления и математической статистики.

Уже давно эта проблема привлекает внимание исследователей и получила название проблемы «малых выборок». Положение усугубляется еще

и тем, что мы не можем, по ряду причин, изменить ситуацию. Увеличение объема выборки за счет увеличения времени наблюдения во многих случаях недопустимо из-за изменившегося характера протекания активного процесса, неполноты априорной информации, влияния внешней среды и т.п. Более того, оно (увеличение объема выборки) может быть вредно, из-за изменившихся условий функционирования процесса по сравнению с предыдущими, которые, вполне возможно, уже и не повторятся. Таким образом, мы приходим к заключению, что основополагающие понятия теории вероятности и математической статистики, такие как генеральная совокупность, представительность выборки, функции распределения, асимптотическая сходимость, в том или ином смысле, не применимы для исследования многих организационных процессов, а также для построения обучающихся систем управления активными системами. Эти вопросы уже давно привлекают внимание исследователей, в частности, некоторый их анализ приведен в [9]. Тем не менее строить обучающие модели, системы управления активными процессами необходимо, поскольку этого требует практика. Проанализируем одно из направлений исследования на этом пути. Рассмотрим фрагмент следующей активной системы на рис. 6.

Система, показанная на рис. 6, представляет собой достаточно общий фрагмент активной системы, который можно превратить в конкретный (отметим, что это очень объемная и непростая работа) на основе тщательного системного анализа реального процесса из той или иной предметной области деятельности человека. Она необходима для дальнейшей иллюстрации метода исследования подобных систем и происходящих в них процессов. На рис. 6 $A_i, i=1, \dots, 8$ обозначают объекты, «включенные» в си-

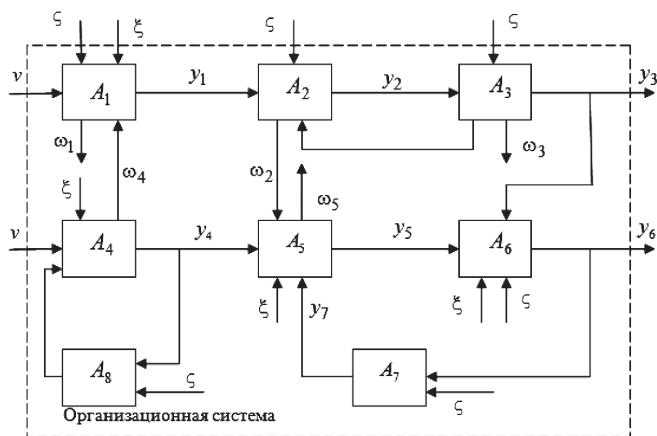


Рис. 6. Фрагмент активной системы

стему. Они же операторы, преобразующие входные переменные, действующие на объект, в выходные. К входным переменным относятся v, ζ, ξ, ω , а также выходные переменные предшествующих объектов, например, выходная переменная $A_1 - y_1$ является входной по отношению к A_2 ; ω – промежуточные контролируемые переменные, дающие дополнительную информацию о протекании процесса в соответствующих объектах; ζ – известные возмущения, действующие на объект, а ξ – случайные помехи, не поддающиеся измерению. Учитывая, что все объекты многоканальные, то все векторные переменные, показанные на рис. 6, – составные.

Процесс исследования конкретной, реальной системы на примере фрагмента, показанного на рис. 6, может быть выстроен следующим образом:

I. На основании имеющейся априорной информации, обучающих выборок и их предварительного анализа, системного изучения отдельных блоков и их взаимосвязей формируются операторы $A_i, i = \overline{1,8}$ и соответствующие им составные векторы входных, выходных и промежуточных переменных.

II. На втором этапе осуществляется оценка операторов $A_i, i = \overline{1,8}$ или (и) их параметров с использованием имеющихся обучающих выборок.

Таким образом, получаем оценки $\hat{A}_i, i = \overline{1,8}$ и дополняем их процедурами адаптивной настройки этих операторов по поступающей текущей информации (результатам измерения всех переменных, фигурирующих в исследуемой системе) или их параметров.

III. Третий этап представляет собой собственно компьютерное исследование. При этом задаются значения $v \in \Omega(v), \zeta \in \Omega(\zeta)$, вводятся случайные возмущения из $\xi \in \Omega(\xi)$, а также значения $\omega \in \Omega(\omega)$, затем вычисляются отклики отдельных объектов и всей системы в целом $y \in \Omega(y)$ v, ζ, ξ, ω . Располагая всевозможными значениями входных переменных и откликом на них значений выходных переменных, можно перейти к следующему этапу – ретроспективному анализу функционирования всей системы.

IV. Этап ретроспективного анализа в оценке работы всей системы – соответствия функционирования системы «человеческим» представлениям о том, как должна функционировать система при соответствующих значениях входных переменных. Здесь решающую роль будут играть обучающие выборки, аккумулирующие в себе опыт, знание прошлого, поведение подобных систем при аналогичных действиях ранее. При анализе важнейшая роль будет принадлежать обратной связи. Более конкретно – если поведение системы соответствует нашим представлениям

о реальности, то ее можно использовать для формирования следующих решений (управляющих воздействий при соответствующих конкретных условиях), если же нет, то необходимо перейти к анализу I этапа. В этом случае ясно, что, если допущены серьезные ошибки уже на первом этапе формулировки задачи, определении некоторых переменных, параметров, характера связи переменных процесса (здесь речь идет о переменных, параметрах, не подлежащих оцениванию на II этапе, а заданных исследователем исходя из человеческих, эмоциональных, психологических, социальных и других соображений), необходимо скорректировать значения параметров, входящих в модель, весовых коэффициентов, входящих в обучающиеся модели и алгоритмы принятия решений. Затем возвращаемся к этапу III и т.д.

Заметим, что описанный алгоритм является конкретизацией *метода проб и ошибок*, характерного для управления *сложными системами* [16].

ОБУЧАЮЩИЕСЯ МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Необходимость построения адаптивных моделей и алгоритмов принятия решений возникает после постановки задачи идентификации с использованием всей имеющейся априорной информации об исследуемом процессе, формировании соответствующих составных векторов и анализе имеющихся обучающих выборок. Без нарушения общности будем считать, что обучающие выборки сформированы в виде $\vec{v}_s, \vec{\zeta}_s, \vec{y}_s, \vec{\omega}_s$, S – объем выборки. Обучающиеся модели конструируются по аналогии с непараметрическими, но механизм их работы несколько отличается от последних и базируется на широко используемой в математике идее усреднения. Так, объективно существующая, неизвестная зависимость

$$y = f(\zeta, v, \omega) \text{ может быть представлена в виде}$$

$$y_s(v, \zeta, \omega) = \frac{\sum_{i=1}^S y_i \prod_{j=1}^n W(\eta_j^v(v^j - v_i^j)) \prod_{j=1}^m W(\eta_j^\lambda(\zeta^j - \zeta_i^j)) \prod_{j=1}^k W(\eta_j^\omega(\omega^j - \omega_i^j))}{\sum_{i=1}^S \prod_{j=1}^n W(\eta_j^v(v^j - v_i^j)) \prod_{j=1}^m W(\eta_j^\lambda(\zeta^j - \zeta_i^j)) \prod_{j=1}^k W(\eta_j^\omega(\omega^j - \omega_i^j))}, \quad (9)$$

где W – колоколообразные функции, η – весовые коэффициенты соответствующие компонентам составных векторов $\{v, v, \zeta, \omega\}$, m – размерность вектора входа ζ . Заметим, что коэффициенты η уже не удовлетворяют асимптотическим условиям, аналогичным параметрам размытости в непараметрических алгоритмах адаптации [2] и S уже не стремится к бес-

конечности, т.е. $s \rightarrow \infty$. Отметим также, что некоторые элементы обучающих выборок формируются не в результате натурных наблюдений на исследуемом объекте, а группой экспертов, обладающих опытом работы с объектами, аналогичными исследуемым. Эти и другие вопросы, возникающие при исследовании активных систем, а также разработка систем моделирования и управления подобных систем требуют тщательного анализа в каждом конкретном случае.

Ограниченность и трудности формирования обучающих выборок (высокая размерность задач и малый объем выборки s) приводят к необходимости несколько видоизменить оценку (9), например,

$$\hat{y}_s = \frac{\sum_{i=1}^s \varphi_i(v, \zeta, \omega) \prod_{j=1}^k W(\eta_j^v(v^j - v_i^j)) \prod_{j=1}^m W(\eta_j^\lambda(\zeta^j - \zeta_i^j)) \prod_{j=1}^n W(\eta_j^\omega(\omega^j - \omega_i^j))}{\sum_{i=1}^s \prod_{j=1}^k W(\eta_j^v(v^j - v_i^j)) \prod_{j=1}^m W(\eta_j^\lambda(\zeta^j - \zeta_i^j)) \prod_{j=1}^n W(\eta_j^\omega(\omega^j - \omega_i^j))}, \quad (10)$$

где $\varphi_i(v, \zeta, \omega)$, $i = \overline{1, s}$ – гиперплоскости от аргументов $\{v, \zeta, \omega\}$, оцененные по исходной выборке $\vec{v}_s, \vec{\zeta}_s, \vec{\omega}_s$ тем или иным способом, например, методом стохастических аппроксимаций или методом наименьших квадратов. Замена $y_i, i = \overline{1, s}$ в (9) на гиперплоскость $\varphi_i(v, \zeta, \omega), i = \overline{1, s}$ в окрестности точки $\{v_i, \zeta_i, \omega_i, i = \overline{1, s}\}$ позволяет несколько повысить качество аппроксимации $y = f(v, \zeta, \omega)$ и избежать неопределенности в (10) [10].

Если процесс протекает не в гиперкубе, содержащемся в пространстве «входных-выходных» переменных, а имеет «трубчатую» форму [3], то при его параметрическом моделировании необходимо введение соответствующего индикатора. Если какой-либо фрагмент активного процесса описывается в виде параметрической модели

$$y_\beta(v^{<\beta>}, \zeta^{<\beta>}, \omega^{<\beta>}) = f^\beta(v^{<\beta>}, \zeta^{<\beta>}, \omega^{<\beta>}, \beta), \quad (11)$$

где β – вектор параметров; $f^\beta(\cdot)$ – параметрическая модель, описывающая тот или иной блок или его отдельный канал; $(v^{<\beta>}, \zeta^{<\beta>}, \omega^{<\beta>})$ – составные векторы входных переменных исследуемого блока, то она должна быть дополнена следующим индикатором:

$$I_s = \text{sgn} \sum_{i=1}^s \prod_{j=1}^k W(\eta_j^v(v^j - v_i^j)) \prod_{j=1}^m W(\eta_j^\lambda(\zeta^j - \zeta_i^j)) \prod_{j=1}^n W(\eta_j^\omega(\omega^j - \omega_i^j)). \quad (12)$$

В этом случае модель имеет вид [3]

$$y_\beta(v^{<\beta>}, \zeta^{<\beta>}, \omega^{<\beta>}) = f^\beta(v^{<\beta>}, \zeta^{<\beta>}, \omega^{<\beta>}, \beta) I_s. \quad (13)$$

Обращение индикатора I_s в ноль в (13) означает, что значения (v, ζ, ω) не принадлежат области значения переменных, определяющих «трубчатую» структуру. Иными словами, ясно, что $(v, \zeta, \omega) \in \Omega(v, \zeta, \omega)$, $\Omega(v, \zeta, \omega)$ всегда известна. Область «трубки» обозначим $\Omega^H(v, \zeta, \omega) \subset \Omega(v, \zeta, \omega)$. Отсюда ясно, что далеко не всякая точка $(v, \zeta, \omega) \in \Omega(v, \zeta, \omega)$ также принадлежит $\Omega^H(v, \zeta, \omega)$. Поскольку значения (v, ζ, ω) в некоторых случаях задает сам исследователь, то при анализе активных процессов это обстоятельство должно быть предметом специального рассмотрения. Следует напомнить, что $\Omega^H(v, \zeta, \omega)$ исследователю, чаще всего, не известна.

Обучающийся алгоритм принятия решений может иметь вид

$$v_s^p(y^*, \zeta, \omega) = \frac{\sum_{i=1}^s v_i^p \prod_{j=1}^k W(\eta_j^v(y^{*j} - y_i^j)) \prod_{j=1}^m W(\eta_j^\zeta(\zeta^j - \zeta_i^j)) \prod_{j=1}^n W(\eta_j^\omega(\omega^j - \omega_i^j))}{\sum_{i=1}^s \prod_{j=1}^k W(\eta_j^v(y^{*j} - y_i^j)) \prod_{j=1}^m W(\eta_j^\zeta(\zeta^j - \zeta_i^j)) \prod_{j=1}^n W(\eta_j^\omega(\omega^j - \omega_i^j))}, \quad (14)$$

где p – индекс p -й компоненты вектора управляющих воздействий, а y^* – заданные значения выходной переменной.

Ясно, что в различных «разрезах» исследуемого активного процесса значения управляющего воздействия $v_s^p(y^*, \zeta, \omega)$ будут наполнены различным содержанием.

Приведенные выше обучающие алгоритмы носят достаточно общий характер. Их конкретизация может быть осуществлена только при исследовании конкретного активного процесса из той или иной предметной области.

ОБЩАЯ СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Как мы отмечали ранее, при исследовании конкретного активного процесса необходимо детальное «погружение» в интересующую нас проблему. Обратимся к организационной системе, представленной на рис. 6, и рассмотрим отдельный ее элемент, например,

$$y_5 = A_5^y(y_4, y_7, \omega_2, \xi, \beta), \quad \omega_5 = A_5^\omega(y_4, y_7, \omega_2, \xi, \tilde{n}), \quad (15)$$

где A_5^y и A_5^ω – операторы, описывающие частный процесс, β, c – векторы коэффициентов, входящих в модели. Это могут быть уравнения алгебраические или разностные с запаздыванием, а также системы уравнений.

Некоторые компоненты векторов β и c могут быть оценены на основании наблюдений, измерений соответствующих переменных. Другие же могут определяться только экспертами, причем содержание этих компонент вектора коэффициентов будет отражать субъективные, психологические, моральные и другие аспекты человека или коллектива, входящего в организационную систему

Из моделей типа (15) для каждого объекта исследуемой организационной системы может быть построена макро модель всего активного процесса, представленного на рис. 6. Теперь важнейшим этапом является определение значений входных переменных (y, v, ζ, ξ), соответствующих текущей ситуации, в которой находится активная система. Таким образом, здесь ощущается дуализм при исследовании системы, который состоит в том, что опыт и знание прошлого, «вложенные» в модели типа (15), а конкретная текущая ситуация является основанием для принятия решений с учетом имеющегося опыта. Если в этом эксперименте мы получаем ожидаемый (желаемый) отклик всей системы, то наши действия, выраженные в значениях (y, v, ζ, ξ), правомерны. Если же отклик системы значительно отличается от ожидаемого (желаемого), то должны быть пересмотрены как значения входных переменных, так и значения внутри-объектных переменных и параметров компонент векторов β, c , определяемых экспертами. (см. алгоритм управления сложными системами).

Безусловно, можно утверждать, что возникшие новые для человека активные процессы требуют самого тщательного изучения их аналогов в прошлом, в противном случае какие-либо резкие изменения выходных воздействий, в том числе имеющих характер управляющих воздействий, крайне не желательны, ибо могут привести к отрицательным последствиям. Уместно напомнить замечательную фразу Демокрита: «Даже незначительное отступление от истины в дальнейшем ведет к бесконечным ошибкам».

КОНТРОЛЬ ПЕРЕМЕННЫХ, ИЗМЕРЕНИЯ, ОЦЕНКА

Здесь мы подчеркнем важность проблемы измерения «входных-выходных» переменных исследуемого объекта, процесса. Безусловно, при моделировании и управлении дискретно-непрерывными процессами целесообразно использовать все поддающиеся измерению переменные, но это требует тщательного анализа не только самого конкретного объекта, но и средств и технологии контроля всех доступных переменных, а также априорной информации, которая одновременно по различным каналам измерения переменных многомерной системы объекта может соответствовать различным уровням. Вся это сумма вопросов часто обходится при исследовании проблемы моделирования с теоретической

точки зрения. При решении же прикладных задач, построении моделей конкретных процессов это просто невозможно, ибо «истина ничуть не страдает от того, если кто-либо её не признает» (И.Ф. Шиллер). Представляется уместным еще раз акцентировать внимание исследователя на формулировку проблемы идентификации реального процесса на самой начальной стадии.

Принципиальное отличие организационных систем от технических состоит в существенно отличающихся средствах контроля и измерения соответствующих переменных. И главное здесь обусловлено тем, что элементом средств измерения некоторых «входных-выходных» переменных, характеризующих состояние процесса, является человек, эксперт, группа экспертов.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Ранее [3] мы уже обращали внимание на необходимость использования всей имеющейся информации о процессе и построения К-моделей, базирующихся на триаде: *фундаментальные* законы, априорная информация о *параметрической* структуре отдельных связей (каналов) процесса и имеющихся сведениях *качественного* характера.

Но компьютерная система управления с ЛПР организационными процессами требует также иметь в своём составе систему управления процессами реализации принятых управленческих решений. Это существенно отличает процесс управления активными системами от технических систем.

Из вышесказанного следует, что система управления организационными процессами является принципиально иерархической, многоконтурной системой, включающей в себя человека как необходимый и важнейший элемент. Переход на новый режим подобного процесса, его перестройка являются существенно нелинейной задачей, сложной и с точки зрения теории, и с точки зрения практики. «Трудность проблемы перестройки связана с ее нелинейностью. Привычные методы управления, при которых результаты пропорциональны усилиям, тут не действуют, и нужно выработать специфическую нелинейную интуицию, основанную порой на парадоксальных выводах нелинейной теории» [11].

О необходимости учитывать реальность не раз говорил Я.З. Цыпкин [12], в частности: «Аналитические методы на первый взгляд кажутся наиболее привлекательными, так как они приводят к явному формульному решению задач, но эта привлекательность достигается весьма дорогой ценой, ценой резкого ограничения возможностей. Эти методы пригодны для решения относительно простых задач, которые часто могут быть

сформулированы лишь благодаря далеко идущей идеализации, иногда настолько далекой, что фактически вместо поставленной задачи решает-ся совсем иная». И далее: «...теория оптимальности строилась на элеган-тном с математической точки зрения и очень шатком с точки зрения практических задач основании».

Еще в середине прошлого столетия по поводу применения мате-матики в экономике Дж. фон Нейман и О. Моргенштерн [13] писали: «Прежде всего, отдадим себе отчет в том, что в настоящее время в эконо-мической теории не существует универсальной системы и, что если она и будет создана, то едва ли это произойдет в ближайшее время. Причина этого кроется в том, что экономика является слишком слож-ной наукой...». И далее: «Часто аргументация против применения ма-тематики состоит из ссылок на субъективные элементы, психологиче-ские факторы и т.п. ...». «Важно осознать, что экономисты не могут надеяться на более легкую судьбу, чем та, которая постигла ученых других специальностей».

Необходимо со всей серьезностью отнестись и к следующему: «Важ-ность социальных явлений, обилие и многообразие их проявлений, а также сложность их структуры, по меньшей мере, такие же, как и в физике. Поэтому следует ожидать (или опасаться), что для достижения в этой области решающих успехов потребуются математические от-крытия, сопоставимые с открытием инфинитезимальных исчислений. Тем более маловероятно, что простое повторение тех математических приемов, которые нам помогали в физике, поможет нам и в эконо-мике. Вероятность этого покажется еще меньше, когда мы увидим, что в наших рассуждениях появляются математические задачи, совершенно отличные от задач, встречающихся в физике.

Эти соображения следует иметь в виду в связи с имеющим место в наши дни злоупотреблением в использовании дифференциального и интегрального исчислений, дифференциальных уравнений и т.д. как основного метода в математической экономике».

И далее: «Несомненно, представляется разумным вскрыть, что именно привело к прогрессу в других науках, и исследовать, почему применение этих принципов не может привести к прогрессу в эконо-мике. Если же действительно возникает необходимость приложения к экономике каких-то иных принципов, то это может обнаружиться толь-ко в процессе фактического развития экономической теории. Это само по себе будет переворотом в науке».

Прошло более полувека, но математики для экономической науки, а также для моделирования и управления организационными процес-сами не появилось, хотя некоторые продвижения в этом направлении

есть: основы теории активных систем, теория размытых множеств, теория принятия решений, системный анализ и теория систем и др.

ЭПИЛОГ

Общий итог настоящей работы состоит в сравнительно обобщенном анализе проблемы моделирования и управления организационными процессами. На этом пути рассматривались следующие вопросы:

- модели и алгоритмы принятия решений для организационных систем из класса непараметрических алгоритмов адаптации;
- в системе управления активными процессами ее элементы также являются активными блоками, что принципиально отличает последнюю от систем управления техническими системами;
- приведен возможный вариант структуры системы активного управления и его отличительные черты от системы управления техническим объектом;
- определены этапы конструирования и компьютерных исследований системы активного управления;
- даны обучающиеся модели активных процессов. Отмечено, что, несмотря на внешнюю схожесть с непараметрическими алгоритмами адаптации, механизм их работы существенно отличается от последних.

И еще одно важное обстоятельство. Конечно же, использование только математического подхода совершенно недостаточно для моделирования и управления активными процессами, тем более что многие его составляющие (блоки) просто не поддаются математической формализации. Уверенность Н. Винера в том, что «модели управления в обществе и экономике могут изучаться теми же методами, что и в технических управляющих устройствах», может быть справедливой только для отдельных фрагментов, блоков, каналов, являющихся составляющими частями активного процесса. Выше приведены мысли Дж. фон Неймана и О. Моргенштерна по этому поводу. Трудно не согласиться с профессором Ф.П. Тарасенко, что «мир, в котором нам предстоит существовать всю жизнь, оказался невообразимо огромным и сложным. Выживать, расти и развиваться в нем можно лишь в согласии с ним, не противореча его природным особенностям и ограничениям, которые мы отображаем понятием «законов природы». Реализуемыми являются только те наши цели, планы и действия, которые не противоречат этим законам. Отсюда необходимость узнать, как «устроена» природа и что в ней происходит» [16]. В этом случае наиболее целесообразным представляется при изучении этого «мира» использовать синтез существующей математической технологии, компьютерных и информационных технологий и дальнейшего развития того, что Н.Н. Моисеев называл машинной математикой,

объединяющих умение работать с вещественными, лингвистическими, качественными и другими переменными, в различных шкалах [4, 17].

И, наконец, последнее. Конечно же, было бы заманчиво «поставить», говоря языком теории управления, на входе управляемой системы обратный оператор. Ясно, что в данном случае можно говорить лишь о некотором его приближении. Тем не менее эта мысль не кажется такой уж безнадежной. Более того, в такой конструкции (обратный оператор – объект /оператор/) можно усмотреть некоторую аналогию с понятием *симметрии*. Великий математик прошлого столетия Г. Вейль, когда уже на склоне лет выступал с лекциями о симметрии [18], назвал их своей «лебединой песней»: «Я хочу выразить горячую благодарность Издательству Принстонского университета и его сотрудникам за то всестороннее внимание, которое они проявили в отношении этой небольшой книги. Не менее искреннюю благодарность я приношу руководству Принстонского университета, которое предоставило мне возможность прочесть эти лекции – мою лебединую песнь – накануне ухода из Института высших исследований». В самом начале своего выступления он высказывает следующую мысль: «Если я не ошибаюсь, в нашем повседневном языке слово *симметрия* употребляется в двух значениях. В одном смысле *симметричное* означает нечто, обладающее хорошим соотношением пропорций, уравновешенное, а *симметрия* означает тот вид согласованности отдельных частей, который объединяет их в единое целое. *Красота* тесно связана с симметрией». И далее: «Симметрия – в широком или узком смысле в зависимости от того, как вы определите значение этого понятия, – является той идеей, посредством которой человек на протяжении веков пытался постичь и создать порядок, красоту и совершенство... Сначала мы несколько более подробно рассмотрим зеркальную симметрию и ее роль в искусстве, в живой и неживой природе».

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. – М.: Наука, 1977.
2. Медведев А.В. Непараметрические системы адаптации. – Новосибирск: Наука, 1983.
3. Medvedev A.V. Nonparametric approximation in adaptive systems theory // Works of Applied Methods of Statistical Analysis. Simulation and Statistical Inference, Novosibirsk: STU, 2011.
4. Загоруйко Н.Г. Когнитивный анализ данных. – Новосибирск: Гео, 2013. – 186 с.
5. Фельдбаум А.А. Принципы обучения людей и автоматов // Кибернетика, мышление, жизнь. – М.: Мысль, 1964.

6. *Нейман Дж.* Теория самовоспроизводящихся автоматов. – М.: Мир, 1971.
7. *Надарая Э.А.* Непараметрическое оценивание плотности вероятностей и кривой регрессии. – Тбилиси: Изд-во Тбил. ун-та, 1983.
8. *Кошкин Г.М., Пивен И.Г.* Непараметрическая идентификация стохастических объектов. – Хабаровск: Российская академия наук, Дальневосточное отделение, 2009. 336 с.
9. *Методы классической и современной теории автоматического управления. Т 5: Методы современной теории автоматического управления / под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова.* – М.: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 684 с.
10. *Катковник В.Я.* Непараметрическая идентификация и сглаживание данных. – М.: Наука, 1985. – 336 с.
11. *Арнольд В.И.* Теория катастроф. – М.: Наука, 1990.
12. *Цыпкин Я.З.* Адаптация и обучение в автоматических системах. – М.: Наука, 1968. – 400 с.
13. *Нейман Дж., Моргенштерн О.* Теория игр и экономическое поведение. – М.: Наука, 1970.
14. *Дискуссия об образовании // Вестник СибГАУ.* – Красноярск, 2010. – Вып. 5.
15. *Тарасенко Ф.П.* О роли ошибок в управленческой деятельности // Проблемы управления в социальных системах. – 2011. – Т 2, вып. 4. – С. 30–48.
16. *Тарасенко Ф.П.* Моделирование и феномен человека. Часть I: Моделирование – инфраструктура взаимодействия человека с реальностью. – М.: Научные технологии, 2012. – 136 с.
17. *Серых А.П.* Вопросы сравнения разнотипных векторов в задачах управления социальными системами // Проблемы управления в социальных системах. – 2010. – Т 2, вып. 3. – С. 93–103.
18. *Вейль Г.* Симметрия. – М.: Наука, 1968. – 191 с.

ГРУППОВОЕ МЫШЛЕНИЕ. МИФ О МОЗГОВОМ ШТУРМЕ

ЙОНА ЛЕРЕР

<http://www.newyorker.com>

[reporting/2012/01/30/120130fa_factlehrer?current](http://www.newyorker.com/reporting/2012/01/30/120130fa_factlehrer?current) Page=all

Обсуждаются факторы, влияющие на продуктивность коллективных творческих процессов. Рассматриваются две разновидности таких процессов – «мозговой штурм» Осборна и «Здание-20, MIT». Приводятся эксперименты, показывающие большую эффективность второго метода.

Ключевые слова: групповое мышление, мозговой штурм, креативность, решение проблем.

В конце 40-х гг. Алекс Осборн, совладелец рекламного агентства В.В.Д.О., написал книгу, в которой поделился секретами своего творчества. К этому времени его агентство получило широкое признание как наиболее инновационная фирма на Мэдисон Авеню. Его книга «*Your Creative Power*» вышла в 1948 г. Смесь научно-популярных сведений и анекдотов о бизнесе, она неожиданно стала бестселлером. Осборн обещал, что, следуя его советам, рядовой читатель может удвоить свою творческую продуктивность.

В книге описывалось много полезных приёмов, вроде совета всегда носить с собой блокнот, чтобы записывать внезапно пришедшие в голову мысли. Но самая знаменитая идея Осборна излагалась в 33-й главе – «Как организовать команду для генерирования идей». Он писал, что, «работая вместе, члены группы вовлекаются в мозговую атаку, коллективно штурмуют общую цель». В подтверждение того, что метод мозгового штурма (*brainstorming*) и был секретом успеха его фирмы, он привёл пример, когда с помощью этой технологии группа из десяти человек выдвинула 87

вариантов рекламы аптеки за 90 минут, т.е. около одной идеи в минуту. Мозговой штурм превратил его работников в изобретательскую машину.

В книге описывались правила проведения сессий мозгового штурма. Самым важным отличием мозгового штурма от других форм групповой активности Осборн считает отсутствие критики и обратной связи. Если люди будут опасаться, что их идеи подвергнутся неприятию, весь процесс обречён на неудачу. «Творчество – это деликатный цветок, который расцветает от признания и увядает от осуждения, – писал он, – забудьте о качестве, старайтесь предложить как можно больше идей. Когда вы закончите, в вашем списке окажется много смехотворной бессмыслицы. Важно не это, а то, что вы освобождаете своё воображение от оков, позволяя мозгу работать». В ходе мозгового штурма запрещено обсуждение предложений.

Мозговые штурмы быстро вошли в моду, а Осборн приобрел статус бизнес-гуру и выпустил еще две книги – «Wake Up Your Mind» и «The Gold Mine Between Your Ears». Брейнсторминг оказался удобной формой группового взаимодействия и самым распространенным приемом для поиска творческих решений. Он получил признание как в бизнесе, так и в научной среде. Главное правило – никакой критики – по-прежнему соблюдается. В конструкторском бюро IDEO, создавшем когда-то первую мышку для Apple, мозговые штурмы стали почти религией.

В основе методики Осборна лежит предположение, что страх быть осмеянным заставляет людей отмалчиваться. Очевидное следствие такого посыла – всегда вредно получать негативный отклик. Если же критика под запретом, каждый после сессии чувствует себя так, будто внес в общее дело ощутимый вклад. Доска исписана идеями, все довольны – ну просто идеальный способ для повышения продуктивности. Единственная проблема заключается в том, что мозговые штурмы не работают.

Впервые экспериментальную проверку технологии Осборна провели в Йельском университете в 1958 г. 48 студентов разделили на 12 групп, объяснили правила и попросили решить набор задач на творчество. Другие 48 студентов решали те же задачи, но работали не в группе, а каждый индивидуально. Результат противоречил предположению Осборна. Вторая группа предложила вдвое больше идей, причем более качественных. Мозговой штурм не высвободил творческий потенциал группы, скорее он снизил креативность каждого ее участника. Последующие исследования подтвердили выводы ученых Йельского университета, но популярности брейнсторминга это никак не повредило. Кит Сойер, психолог из Университета Вашингтона, суммировал: «Десятилетия исследований показывают, что брейнстормеры выдают меньше идей, чем то же количество людей, работающих в одиночку».

Но всё же Осборн был прав в одном: творчество всё более становится коллективным процессом. Правда, это наблюдение больше относится к работе научных коллективов. Осборн подметил, что наука перестаёт быть уделом одиночек.

Бен Джонс из Северо-Западного университета США исследовал этот тренд. Проанализировав 19,9 миллиона научных статей и 2,1 миллиона патентов, он пришел к выводу, что за последние полвека уровень кооперации в науке вырос на 95 %, а средний размер команд увеличился на 20 % каждые десять лет. Если в прошлом самые цитируемые научные исследования были результатом работы гениев-одиночек, вроде Дарвина и Эйнштейна, то сегодня публикации, подписанные несколькими авторами, цитируются в два раза чаще, чем статьи, написанные в одиночку. Самые известные исследования, процитированные от ста раз и более, публиковались группами в шесть раз чаще, чем одиночками.

Джонс объясняет такое положение вещей усложнением науки и ростом специализации: объёмы информации, требуемой для решения сложной проблемы, столь велики, а нужные для этого знания относятся к столь разнообразным наукам, что кооперация многих специалистов становится единственно возможным выходом. «Сто лет назад братья Райт могли построить самолет вдвоем. Сегодня Боингу нужны сотни инженеров только для того, чтобы создать двигатель». Но если мозговые штурмы бесполезны, как иначе должна быть устроена групповая работа?

В 2003 г. Харлан Намет, профессор психологии из Университета Калифорнии в Беркли, провела эксперимент. Она собрала 265 студентов, разбила их на группы по пять человек и поставила задачу: «Как уменьшить пробки в Сан-Франциско?». Каждой группе были сформулированы свои условия. Первая треть групп работала по схеме Осборна: никакой критики, просто поток сознания. Второй трети дали напутствие: «Многие исследования показывают, что самый лучший способ – собрать как можно больше идей. Не стесняйтесь говорить все, что взбредет вам в голову. Но и спорить тоже не бойтесь. Многие другие исследования утверждают, что критика необходима». Третья часть групп никаких советов не получили и работали, как хотели. Всем было отведено 20 минут для предложения как можно большего количества идей.

Результаты были красноречивыми. Первые группы (брейнстормеры) слегка опередили третьих (ноль инструкций), но самой продуктивными оказались вторые, те, которым рекомендовали споры и критику. Их участники выдали на 20% больше идей. А после роспуска групп был обнаружен ещё один интересный эффект. Каждую студентку спросили, нет ли у неё ещё каких-нибудь идей о решении проблемы. Члены пер-

вых и третьих групп придумали в среднем по три дополнительных решения, а члены вторых (спорщики) – по семь.

Исследования Немет показывают, что эффективность брейнсторминга понижается именно тем, что Осборн считает самым важным. «Хотя правило «не критикуй» считается важным в мозговом штурме, на деле оно оказывается контрпродуктивным. Наши результаты показывают, что споры и критика не подавляют идеи, а, скорее, стимулируют их сопоставление с другими условиями». Осборн считал, что даже ожидание осуждения идеи удерживает от желания высказать её, а работы Немет и ряда других авторов показывают, что конфликты могут стимулировать рождение идей.

Немет считает, что «существует мнение, что самое важное в коллективной работе – позитивный настрой, стремление не доставить другим неприятностей. Но это совершенно неверно. Споры иногда могут быть неприятными, но они всегда продуктивны. Компромиссы полезны для творчества».

Еще один эксперимент Немет показал, что соприкосновение с другими точками зрения форсирует креативность. В ходе эксперимента изучалась близкая мозговому штурму методика свободных ассоциаций. Ассоциации почти всем даются не очень хорошо. В начале 1960-х психологи Дэвид Палермо и Джеймс Дженкинс, опросив 450 человек, установили, что когда человеку называют слово и просят перечислить возникшие ассоциации, почти все выдают ужасающе предсказуемые результаты. На слово «синий» называют «небо» и «океан», на слово «зеленый» – «трава». «Если вы хотите быть оригинальным, вам следует прорваться через первый слой предсказуемых ассоциаций», – заключила Немет. Она нашла для этого способ. Испытуемых разбили на пары, показали им слайды с разными оттенками синего и предложили идентифицировать цвет. В некоторых парах были «агенты» Немет, которые намеренно давали неправильный ответ. Чуть позже людей попросили рассказать, с чем они ассоциируют показанный цвет. Те, кто слышал от «агентов» неправильный ответ, придумывали более необычные ассоциации. На «синий» они реагировали не банальным «небо», а чем-нибудь вроде «блюз» и «черничный пирог». Альтернативная точка зрения, даже очевидно неправильная, будила воображение. Неправильный ответ вызывал удивление, а удивление, в свою очередь, катализировало фантазию.

Критика действует так же. Она побуждает погрузиться в воображение глубже и вынырнуть с идеей, пробуждённой коллективом. А осознание важности конфликтующих точек зрения в группе ставит вопрос о том, какие люди должны войти в группу, чтобы она была наиболее продуктивной. Брайан Уэзи, социолог из Северо-Западного университета, потратил

годы, изучая значение разнообразия мнений в группах и способы создания идеальных команд. Уzzi вырос в Нью-Йорке, в детстве учился музыке, поэтому в качестве объекта для анализа взял коллективное создание мюзиклов в театрах на Бродвее. Брайан пытался понять, как взаимоотношения участников труппы влияют на качество спектакля. Кто эффективнее – группа близких, давно работающих вместе друзей, или группа малознакомых друг другу людей? Уззи проанализировал 474 спектакля, поставленных в период между 1945 и 1989 гг., и обнаружил, что все театральное сообщество пронизано сложными взаимосвязями. Меру близости между членами коллектива, создавшего спектакль, он обозначил буквой Q. Чем сильнее были связи, тем выше значение Q, и наоборот.

Затем Уззи сопоставил значения Q с успехом (сборы, отзывы критиков) театральных постановок. Корреляция оказалась удивительно высокой. При низком Q (ниже 1,7 по пятибалльной шкале) наиболее вероятным исходом был полный провал. Слабое знакомство друг с другом мешало слаженной работе и обмену идеями. Высокое значение Q (выше 3,2) тоже вело к неудаче: труппа так давно работала вместе, что не могла придумать ничего нового. Наилучший результат показали команды со средним значением Q – от 1,4 до 3,2, а в идеале от 2,4 до 2,6. Уззи и его коллега Джарет Спайроу назвали диапазон Q 2,4–2,6 «точкой блаженства». Такие команды включали в себя и старых друзей, и новые лица. Первые придавали группе слаженность, вторые помогали с новыми идеями. Разногласия случались, но ровно в той степени, в какой это помогало работе, а не мешало ей. Одна из таких команд создала знаменитый мюзикл «Вестсайдская история».

Несколько лет назад Айзек Кохейн из Гарвардской медицинской школы проверил, влияет ли пространственная отдалённость членов команды на качество научно-исследовательской работы. Качество измерялось индексом научного цитирования. Полтора года потребовалось, чтобы проанализировать данные о расстояниях, разделяющих соавторов более 35 000 статей. Оказалось, что чем ближе друг к другу работали учёные, тем выше был индекс цитирования. Самый лучший результат продемонстрировали исследователи, работавшие в пределах 10 метров друг от друга; менее цитируемые работы принадлежали соавторам, работавшим в километре и дальше друг от друга. «Если хотите получить эффективную команду, найдите помещение, которое обеспечит частое и спонтанное общение вживую. Даже теперь, во времена большой науки, когда ученые широко пользуются Интернетом, всё так же важно создавать условия для личного общения».

Научное и бизнес-сообщество стараются использовать этот фактор. Дальше всех в этом зашел Стив Джобс. Проектируя новую штаб-квартиру

Pixar в 1999 г., он настоял, чтобы центральная роль в здании была отведена атриуму, где могли бы чаще встречаться художники, писатели, компьютерные специалисты, сотрудники из всех отделов компании. Вскоре он понял, что атриума самого по себе недостаточно, нужно еще заставить людей туда приходить. Джобс перенес в атриум почтовые ящики, затем устроил там ресепшен, кафе и магазин сувениров. В конце концов он додумался разместить в атриуме туалеты, единственные на все огромное здание, но это решение встретило такое жесткое сопротивление, что Стиву пришлось согласиться на еще один блок туалетов в другом конце штаб-квартиры. Однако в главном Джобс был прав: атриум стал местом встреч и знакомств. «Иногда в ходе случайных бесед во время прогулок или за чашкой кофе, мне удавалось сделать больше, чем просто сидя у себя за столом, – признавался Брэд Бёрд, – Джобс устроил всё так, что вы не можете не обойти всю компанию».

А вот еще пример. Весной 1942 г. Радиолокационной лаборатории Массачусетского технологического института понадобилось новое помещение. Лаборатория разрабатывала самолетные радары, каждый месяц ей приходилось нанимать сотни новых сотрудников. Лаборатории предложили Building 20, огромное трехэтажное строение площадью более 80 тыс. кв. м. Из-за дефицита времени и ресурсов здание построили кое-как: крыша текла, зимой было холодно, летом жарко, коридоры полутемные, вентиляция никакая. Building 20 планировали снести сразу после войны.

Несмотря ни на что, здание быстро стало центром прорывных исследований, восточным аналогом Лос-Аламоса. В течение нескольких лет в Радиолокационной лаборатории создали радары для морской навигации, прогнозов погоды, обнаружения бомбардировщиков и подлодок. В 1945 г. Минобороны США заявило, что Rad Lab за короткое время проделала работу, на которую в мирное время понадобилось бы 25 лет: «Если атомная бомба завершила войну, то радар ее выиграл».

Сразу после капитуляции Японии MIT начал строить планы по сносу Building 20. Rad Lab выселили, но тут случилась массовая демобилизация, выросло количество студентов, и опять возник дефицит площадей. Двадцатый корпус стал пристанищем для Лаборатории электронных исследований, выросшей когда-то внутри Rad Lab, Лаборатории ядерных исследований, факультета лингвистики, ускорителя частиц, биологической лаборатории, мастерской по ремонту пианино, магазина и студенческих клубов. Масса людей, ничего не знавших о работе друг друга, оказалась вместе в одном странном здании. Когда корпус в 1998 г. наконец-то снесли, Building 20 имел репутацию одного из самых креативных мест на планете. В послевоенное время здесь вели множество прорывных ис-

следований, от высокоскоростной фотографии до физики микроволн. В Building 20 родились Bose Corporation, первая видеоигра и лингвистика Хомского.

Парадоксально, но творческая среда в Корпусе-20 возникла благодаря недостаткам здания. Никто не переживал по поводу его сохранности, поэтому ученые были вольны делать перепланировку без разрешения и размещать любое оборудование. Когда Джеральд Захариас создавал атомные часы (довольно громоздкий агрегат), он по собственному почину снес перекрытия двух этажей в своей лаборатории.

Само устройство здания было таково, что даже одиночки вынуждены были общаться с остальными. Нумерация комнат не поддавалась никакой логике, так же как и названия крыльев. Даже давние обитатели здания часто терялись в хитросплетениях комнат и коридоров. Чтобы попасть в Лабораторию льда, нужно было пройти через офисы военных, а дорога в железнодорожное конструкторское бюро пролежала через компьютерную лабораторию.

Горизонтальная распластанность здания тоже помогала налаживанию связей. В высоком здании с множеством маленьких комнат сотрудники из разных отделов могут встретиться разве что в лобби и лифте. В малоэтажном, но большом по площади доме шансы столкнуться в коридоре и завязать разговор намного выше. Урбанист Джейн Джейкобс называет такие случайные контакты «переливами знаний». Ее любимый пример – история автоиндустрии в Детройте. В 1820-х в городе было много маленьких верфей. Со временем на верфях взрастили много специалистов по двигателям внутреннего сгорания, и в результате к началу XX столетия Детройт стал идеальной площадкой для автомобильной промышленности. В Building 20 «переливы знаний» случались сплошь и рядом. Взять хотя бы Амара Бозе. Весной 1956 г. меломан Бозе, отлынивая от написания диссертации, решил купить аудиосистему. Он выбрал систему с самыми лучшими техническими характеристиками, но звук его все равно не устроил. Бозе понял, что нужную ему аудиотехнику он сможет создать только сам и зачастил в Акустическую лабораторию, находившуюся на одном этаже с его офисом. В итоге Бозе провел там больше времени, чем над диссертацией, создал передовую аудиосистему, а несколькими годами позже основал Bose Corporation.

Похожая история случилась в 1950-х гг. с факультетом лингвистики, основанным Моррисом Холле. Начальство MIT отвело факультету лингвистики место в самом захудалом здании кампуса – Building 20. Холле это даже обрадовало. Он снес перегородки, создал одно большое помещение и наконец-то начал практиковать со студентами и их работу с книгами, и их работу в группах, с дискуссиями по методу Сократа, с жаркими стол-

кновениями разных мнений. «Я хотел, чтобы они обучались в спорах друг с другом», – вспоминает Холле.

Одной из первых учениц Холле была филолог Кэрол Хомски, жена лингвиста Ноама Хомски. По рекомендации Холле Ноам устроился в MIT, и следующие несколько десятилетий они работали в соседних офисах в Building 20, которые их коллеги называли «самыми захудалыми клетушками во всём здании». Несмотря на разную специализацию (у Хомски – синтаксис и грамматика, у Холле – фонетика), они много общались между собой. «Мы стали близкими друзьями, а друзья не должны стесняться указывать на ошибки друг друга», – говаривал Холле.

После нескольких лет в MIT Хомски революционизировал лингвистику, выдвинув идею о наличии в любом языке «глубинной структуры», отображающей когнитивные структуры мозга. Теория основывалась на данных биологии, психологии и информатики. В те времена эти науки считались не имеющими ничего общего, кроме прихожих в Building 20. «Это здание, – вспоминает Хомски, – было фантастической средой для общения. Это было скопление людей, которые, хотя и расходились по отдельным комнатам, потом продолжали постоянно общаться неформально. Можно было прямо в коридоре встретить кого-то и обсудить что-то».

Building 20 и мозговые штурмы появились почти одновременно. Более чем полвека спустя результат брейнсторминга равен нулю – или, по крайней мере, меньше, чем мог бы быть, если бы брейнстормеры работали по одиночке. А Building 20, напротив, стало легендарной средой для раскрытия креативности. В MIT даже называли Здание-20 «волшебным инкубатором».

Роковая ошибка в методе мозгового штурма состоит в том, что будто бы существует определённое правило, которому всегда надо следовать в групповых взаимодействиях. А урок Здания-20 говорит, что если состав группы подобран правильно (т.е. в группе достаточно людей с разными взглядами и жизненным опытом), и люди произвольным образом вступают в контакты, то динамика групповой самоорганизации возьмёт своё. Все эти свободные дискуссии суммируются. По существу, они-то и есть главная часть творческого процесса. Хотя иногда такие разговоры могут и не доставлять удовольствия (не каждый в данный момент настроен на дискуссии и споры), избегать их не стоит. Наиболее креативные места – те, которые сталкивают нас друг с другом. От трений между людьми возникают искры творчества.

КОММЕНТАРИЙ РЕДАКТОРА

Ценность публикуемой выше статьи в том, что в ней обсуждаются различные (правда, не все) факторы, влияющие на продуктивность

творческого процесса. Наиболее существенный из них – объединение внутренней ассоциативности мышления с ассоциативностью внешней, посредством столкновения различных мнений по одному вопросу. Организовать такое объединение-столкновение можно по-разному, что и привело к появлению различных технологий группового мышления. Мозговой штурм – лишь одна из них, но, пожалуй, наиболее известная (обзор нескольких других технологий дан в книге Ф.П.Тарасенко «Прикладной системный анализ». – М.: КноРус, 2010).

Большинство таких технологий, и в самом деле, представляют собой определённый алгоритм, перечень операций и правил их выполнения, который определяет *внешнюю организацию* коллективного мышления. В отличие от них, подход «Здание-20», описанный автором, основан на использовании внутренних, природных закономерностей спонтанной *самоорганизации* активности субъектов в группе. Достаточно лишь создать благоприятные условия для спонтанного личного общения членов группы, и объективные внутренние законы групповой динамики сами подхлестнут индивидуальное творчество каждого члена группы.

Подчеркнём также, что во всех случаях существенным фактором является необходимое *разнообразие* членов группы, что должно быть предметом специальной заботы при комплектации группы.

Внешнюю и внутреннюю организации группового мышления можно сравнивать, но вряд ли правомерно их противопоставлять, как это делает автор статьи: ведь они имеют не только разную природу, но и разное назначение. Алгоритмизированные технологии (среди них и мозговой штурм) предназначены для раскрытия творческого потенциала группы с целью решения определённой, *единой для всей группы проблемы*. Собственно, и сама группа создаётся только для рассмотрения именно этой проблемы. А технологии типа «Здание-20» предназначены лишь для создания условий, позволяющих произвольной группе стимулировать творческое решение каждым членом группы своей *индивидуальной проблемы* в отдельности.

Тем не менее специального внимания требует главная тема статьи – критика основного правила мозгового штурма, а именно – полного запрета на обсуждение любых предлагаемых идей. Это правило вызвано тем, что при обсуждении может прозвучать негативная оценка не только сделанного предложения, но и самого автора предложения. А персональная критика человека вызывает у него негативные эмоции, и не только потому, что осуждение неприятно самому осуждаемому, но и потому, что вызывает негативное отношение к нему со стороны окружающих. Поэтому, в случае возможности подвергнуться критике или осмеянию, человек во избежание неприятностей предпочитает не оглашать возникшую у

него идею, интересную, но даже ему самому кажущуюся сомнительной или рискованной. А именно такие идеи впоследствии часто оказываются продуктивными. Поэтому-то в мозговом штурме обсуждение идей и выведено за рамки сессии по генерированию множества альтернатив.

Правда, при этом блокируется не только персональная критика автора идеи, но и любая критика самой идеи. Вот это-то и оказалось слабым местом мозгового штурма, снижающим его эффективность: вредна не всякая критика идеи, а только оскорбительная, направленная на личность её автора. Этот недостаток устранён в технологии «Делфи», которая отличается от мозгового штурма только одним: разрешается любое обсуждение идей, которые оглашаются анонимно, без указания авторства, что исключает возможность персонально направленной оскорбительной критики.

**РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ.
ПРОЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЙ
И ПРЕОБРАЗОВАНИЙ
В СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

**SECTION THREE.
PROJECTS OF CHANGES
AND TRANSFORMATIONS
IN GOVERNANCE**

БИЗНЕС-ШКОЛА В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ: РОЛЬ И ЗАДАЧИ*)

В.А. ПУШНЫХ

Томский политехнический университет (г. Томск)
pushnykh@tpu.ru

Одним из вопросов, которые возникают в связи с повышением требований к качеству высшего образования является вопрос о специализации вузов. Мировой опыт высшего образования показывает, что наличие большого числа самых разнообразных специальностей в одном вузе не только не снижает, но даже повышает качество образования по отдельно взятым специальностям. В предлагаемой статье описывается опыт успешной реализации программ бизнес-образования в российском техническом университете, а также подобный опыт ведущих западных университетов. Показано, что создание в техническом университете современной бизнес-школы, при правильном подходе к организации её функционирования и взаимодействия с техническими факультетами, позволит существенно повысить качество подготовки как технических, так и управленческих кадров.

Ключевые слова: бизнес-образование, университет, качество образования, бизнес-школа.

Одним из вопросов, которые возникают в связи с повышением требований к качеству высшего образования, является вопрос о специализации

*) Работа выполнена в рамках государственного задания «Наука», тема № 6.2158.2011, «Исследование теории адаптации науки и высшего профессионального образования в условиях инновационных преобразований общества».

ции вузов. Мировой опыт высшего образования показывает, что наличие большого числа самых разнообразных специальностей в одном вузе не только не снижает, но даже повышает качество образования по отдельным взятым специальностям.

В качестве примера можно взять бизнес-образование, которое в западных университетах осуществляется обычно в университетских бизнес-школах. При этом следует, прежде всего, определить понятие самого бизнес-образования.

Бизнес-образование является частным случаем управленческого образования [1]. Под управленческим образованием понимается образовательная деятельность по подготовке людей, осуществляющих или участвующих в выполнении функции управления. Отличие между управленческим образованием и бизнес-образованием состоит в том, что бизнес-образование готовит специалистов для работы на предприятиях и в организациях, работающих в условиях рыночной экономики с целью получения прибыли, а управленческое образование – для работы в экономике любого типа, а также в сфере государственного управления и управления иными нерыночными организациями.

Следует также отличать бизнес-образование от экономического образования [1]. Сутью экономического образования является познание экономических законов и процессов на всех уровнях человеческой деятельности. Экономические знания, полученные в процессе бизнес-образования, являются только частью общего набора знаний, необходимых для успешного управления.

Другой важной особенностью бизнес-образования является его прагматичность, подразумевающая, что бизнесмен или менеджер будет так или иначе принимать участие в практической работе, направленной на достижение целей предприятия.

В настоящее время в России бизнес-образование на первом уровне (бакалавр) является по существу управленческим (за исключением небольшого количества специализированных программ, например «Менеджмент в социальной сфере»). В процессе такого образования студент приобретает общеуправленческие компетенции, не связанные ни с какой предметной сферой деятельности. Это в значительной мере осложняет его трудоустройство после данного образования, поскольку на нижнем уровне управления – а именно на этом уровне оказывается выпускник с дипломом бакалавра – знание предметной области является ничуть не менее важным, чем управленческие компетенции. Чтобы избежать этого недостатка, многие студенты во время учёбы устраиваются на работу. Однако такой способ приводит к появлению другого недостатка: работая, студенты не имеют достаточного времени и сил для полноценной учёбы.

Поэтому подготовка бакалавров менеджмента является самостоятельной задачей, которая требует отдельного обсуждения.

В бизнес-школе должно быть сосредоточено обучение по программам второго (магистратура) и третьего (аспирантура) уровней, программам MBA (Master of Business Administration) и программам повышения квалификации. Эти программы должны реализовываться для слушателей, имеющих высшее образование в какой-либо предметной области либо опыт практической производственной деятельности.

В пользу такого решения говорит существенная разница в мотивации и роли слушателей, обучающихся на разных уровнях. По программам второго и третьего уровней, а также программам MBA и повышения квалификации обучаются взрослые люди, значительно более мотивированные, чем студенты, обучающиеся в бакалавриате, и играющие ведущую роль в процессе своего обучения и при взаимодействии с преподавателями.

Последнее обстоятельство убедительно доказывается десятилетним опытом деятельности Центра программ MBA Томского политехнического университета. В ходе реализации программы MBA и Президентской программы подготовки управленческих кадров для организаций народного хозяйства Российской Федерации обнаружился ряд особенностей организации обучения менеджеров высокого уровня, а именно:

1. Очень требовательные слушатели. Как правило, это молодые амбициозные менеджеры, руководители предприятий, собственники бизнесов, которые имеют практический опыт успешного ведения дела. Для этих слушателей лекции являются неприемлемой формой ведения занятий. Им нужны беседы, тренинги, деловые игры, квалифицированный анализ конкретных ситуаций, быстрая реакция на их вопросы.

2. Крайне малое количество преподавателей (буквально единицы), способных удовлетворить требованиям слушателей, владеющих указанными выше методами преподавания.

3. Высокая востребованность таких преподавателей и, соответственно, высокая стоимость их труда.

4. Отсутствие соответствующего методического обеспечения, адаптированного к российским условиям. Создание такого обеспечения требует значительных затрат.

5. Высокие требования к условиям проведения занятий.

6. Высокие требования к менеджменту программы: способность менеджеров программ быстро реагировать на любые запросы слушателей, обеспечивать их необходимой информацией и т. п.

Вышеназванные особенности полностью согласуются с точкой зрения профессора Wharton Business School Д. Винда, который указал на различия между современными требованиями к обучению менеджеров со

Таблица 1

Различия между требованиями и практикой обучения менеджеров

Общество	Традиционные факультеты университетов
1. Непрерывные изменения 2. Компьютерные технологии, меняющие ценности 3. Возрастающая сложность и многофункциональность 4. Глобализация социально-экономических процессов 5. Потребность в широко мыслящих лидерах и менеджерах 6. Потребность в творчестве 7. Охвачено всеобщими связями (общество-паутина) 8. Требуется непрерывного обучения 9. Требуется творцов инноваций	1. Фиксированный перечень дисциплин в учебном плане 2. Слабая виртуализация учебного процесса 3. Учебные дисциплины разделены и не взаимосвязаны 4. Остаются национальными 5. Узкая специализация 6. Выпуск мастеров анализа 7. Слабая интеграция во всеобщие связи 8. Обучение отдельными блоками 9. Обучают одному и тому же

стороны общества и традиционной практикой обучения менеджеров на факультетах университетов (табл. 1) [1].

В качестве иллюстрации справедливости приведённых в табл. 1 противоречий можно привести не лишённую смысла шутку, которую автору рассказали в Гарвардском университете: «Когда перед выпускником Гарвардского университета возникает проблема, он начинает вспоминать все изученные кейсы, чтобы найти аналог. Если аналог находится, то проблема решается. Если аналог не находится, то выпускник испытывает дискомфорт и затруднения в решении проблемы».

Разделение обучения бакалавров менеджмента на обычных факультетах университета и обучения менеджеров в бизнес-школе позволяет избежать типичных «тормозящих» факторов [1]), которые неизбежно возникают в процессе массовой реализации управленческого образования: 1) неспособности уйти от прошлого, то есть от удовлетворённости своими достижениями и текущими показателями, и от уверенности, что имеющийся преподавательский состав всегда обеспечит успех; 2) неспособности создать будущее, то есть глубоко укоренившимися образовательными стереотипами.

Всё это, к сожалению, не учитывается в большинстве российских вузов, где со студентами бакалаврских и магистерских программ по менеджменту, в том числе и со слушателями программ MBA, работают одни и те же преподаватели.

Мировой опыт показывает, что бизнес-школа может успешно существовать в техническом университете. Из первых 30 университетов в Шанхайском рейтинге 2012 г. [2], который ранжирует университеты по

Таблица 2

Сравнение рейтингов университетов и рейтингов бизнес-школ

№	Университет	Шанхайский рейтинг	Рейтинг бизнес-школ
1	Harvard Univ. (USA)	1	2
2	Stanford Univ. (USA)	2	1
3	Massachusetts Inst. Tech. (MIT) (USA)	3	7
4	Univ. California – Berkeley (USA)	4	14
5	Cambridge Univ. (UK)	5	26
6	Columbia Univ. (USA)	8	5
7	Chicago Univ. (USA)	9	12
8	Oxford Univ. (UK)	10	20
9	Yale Univ. (USA)	11	20
10	Univ. Pennsylvania (USA)	14	3
11	Univ. Michigan - Ann Arbor (USA)	22	29
12	Northwestern University (USA)	30	16

степени их успешности в сферах, не связанных с управленческим образованием и управленческой деятельностью, 12 университетов имеют бизнес-школы, также входящие в число 30 лучших в мире по рейтингу журнала Financial Times (FT) 2012 г. [3] (табл. 2).

Примечательно, что в табл. 2 находятся только университеты из США и Великобритании, то есть тех стран, где практически отсутствует специализация университетов. Как правило, в университетах этих стран студенты могут обучаться по самому широкому набору специальностей: от музыки до инженерного дела. Такая мультидисциплинарность не только не мешает, но и способствует высокому качеству образования как в технической, так и в любых других сферах, включая управленческую. Из таблицы 2 видно, что лидерами в управленческом образовании стали бизнес-школы именно мультидисциплинарных университетов, опередив такие специализированные бизнес-школы, как London Business School (Великобритания), INSEAD (Франция), IMD (Швейцария), которые заняли 4, 6 и 13-е места соответственно в рейтинге FT.

Это относится не только к управленческому образованию. Так, музыкальный факультет Мичиганского университета (поз.11 в табл. 2) входит в число лучших американских музыкальных учебных заведений, даже по сравнению с консерваториями [4].

Проблемная ситуация в экономике России состоит в существенном отставании от развитых стран в технике и технологиях разработки и производства товаров и услуг общего назначения. Наличие передовых современных технических и технологических решений в сфере производства продукции военного и специального назначения только подчёркивает такое отставание.

Среди комплекса причин, вызвавших это отставание, немаловажным является крайне малое число инженерных и управленческих кадров, нацеленных на победу в конкурентной борьбе в реальных рыночных условиях, умеющих сочетать конкурентоспособные технические, экономические и организационные решения с этическими нормами современного бизнеса. Данный недостаток обусловливается, в свою очередь, неумением высших учебных заведений организовать подготовку такого рода специалистов, вследствие отсутствия в них современного рыночно-ориентированного менеджмента.

В связи с этим цель бизнес-школы в техническом университете может быть сформулирована как подготовка инновационных менеджеров в сфере техники и технологий и научно-образовательной сфере, способных не только эффективно использовать полученные во время обучения знания, но и генерировать и применять в своей практической деятельности новые знания в области управления.

Такая цель порождается самой сутью современного менеджмента, которая состоит в том, что, повторяя известные, даже самые лучшие, достижения в области управления, невозможно обеспечить лидирующее положение организации в своей отрасли. Лидером становится тот, кто создаёт новое знание и применяет его в практической менеджерской деятельности. Вся история менеджмента служит доказательством этого положения.

В данном контексте инновационными менеджерами можно назвать специалистов, способных:

- воспринимать научные, технические, технологические, управленческие и образовательные инновации и адекватно оценивать рыночную перспективу их реализации;
- организовать практическую реализацию перспективных инноваций в указанных выше сферах деятельности;
- отыскать или создать конкурентные преимущества как в самих инновациях, так и в способах их реализации.

С учётом сказанного сформулированная выше цель может быть деконструирована на следующие задачи:

1. Концентрация материальных и интеллектуальных ресурсов на подготовке инновационных менеджеров в сфере техники и технологий по второму (магистратура) и третьему (аспирантура) уровням образования и MBA, а также повышении квалификации действующих менеджеров в соответствии с современными требованиями.

2. Подготовка современных менеджеров для системы высшего образования.

3. Выполнение научно-исследовательских работ в сфере управления.

Исходя из первой задачи, создание бизнес-школ представляется целесообразным именно в технических вузах, поскольку это существенно облегчает междисциплинарное взаимодействие специалистов в области техники и технологий и в области управления. В этом случае «управленческая непрофильность» вуза не только не ухудшает качество подготовки управленцев, а, наоборот, повышает его, давая возможность будущим менеджерам уже в процессе обучения познакомиться с реальными производственными процессами, в управлении которыми они будут участвовать после окончания вуза. С другой стороны, наличие современной бизнес-школы позволяет техническому вузу организовать эффективную подготовку инженеров-предпринимателей и проектных команд, способных разрешить проблемную ситуацию в российской экономике.

Особое внимание следует уделить второй задаче, которая возникает вследствие возрастающей коммерциализации науки и образования. В научные и образовательные учреждения, являющиеся по своей природе ценностно-ориентированными организациями, стремительно внедряются элементы целе-ориентированного подхода, свойственные коммерческим организациям. Это требует от руководства научно-образовательных организаций владения методами современного менеджмента, разработанного преимущественно в коммерческих организациях и для коммерческих организаций. К сожалению, сложившаяся практика подбора и назначения руководителей научно-образовательных организаций далека от требований времени. В результате этой практики руководителями научно-образовательных организаций и их подразделений очень часто становятся люди, добившиеся больших успехов в науке и педагогической деятельности, но не обладающие достаточными управленческими и экономическими знаниями и поэтому неспособные организовать подготовку специалистов, обеспечивающих разработку и производство конкурентоспособной продукции. Разработка и реализация соответствующих образовательных программ предоставит возможным руководителям научных и образовательных учреждений развить имеющиеся и получить новые управленческие компетенции с учётом специфики их производственной деятельности.

Актуальность этой задачи подтверждается пятилетним опытом реализации образовательной программы «Менеджмент в научно-образовательной сфере» в Томском политехническом университете на уровнях магистратуры и MBA.

Слушателями данной программы являются аспиранты, заведующие кафедрами, деканы, проректоры, руководители функциональных подразделений вузов, а также работники предприятий и организаций, занимающиеся обучением персонала.

Выпускные квалификационные работы слушателей посвящены решению конкретных задач, стоящих перед вузами или организациями, в которых они работают. Среди этих задач, такие как разработка Комплексных программ развития факультетов, институтов и университетов, а также программ развития целых кластеров экономики («Технологическая платформа «Медицина будущего»), разработка систем международного сотрудничества вузов, системы фандрайзинга для российских университетов и т.п.

Показателем эффективности программы может служить то обстоятельство, что большинство выпускников после её окончания быстро продвигаются по служебной лестнице. Так, из 45 выпускников программы в течение первого года работы после завершения обучения 11 стали заведующими кафедрами, заместителями директоров и директорами институтов, заместителями проректоров и проректорами вузов, а один из выпускников – заместителем Председателя Комитета по науке и наукоёмким технологиям Государственной думы Российской Федерации.

Вместе с тем реализация программы сталкивается с большими трудностями, которые связаны с отсутствием в университете бизнес-школы как системообразующего центра в области управленческого образования. В частности, это весьма затрудняет подбор и подготовку преподавательского состава, а также планирование учебного процесса в соответствии с запросами слушателей. При наличии бизнес-школы эти трудности могли бы быть значительно уменьшены или полностью исключены.

Таким образом, создание в техническом университете современной бизнес-школы, при правильном подходе к организации её функционирования и взаимодействия с техническими факультетами, позволит существенно повысить качество подготовки как технических, так и управленческих кадров.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бизнес-образование: специфика, программы, технологии, организация* / под ред. С. Р. Филоновича. – М.: Издательский дом ГУ ВШЭ, 2004. – 690 с.
2. *Academic Ranking of World Universities – 2012* [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.shanghairanking.com/ARWU2012.html> (дата обращения: 05.12.2012).
3. *Global MBA Rankings 2012*. [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://rankings.ft.com/businessschoolrankings/global-mba-rankings-2012> (дата обращения: 05.12.2012).
4. *University of Michigan*. [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.music.umich.edu/about/> (дата обращения: 05.12.2012).

СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ И КРОСС-ТЕХНОЛОГИИ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА

В.А. ФИЛИМОНОВ

Омский филиал Института математики

им. С.Л.Соболева СО РАН (г. Омск)

filimono@ofim.oscsbras.ru filimonov-v-a@yandex.ru

Рассматривается задача реализации системного подхода многодисциплинарным коллективом. Описываются различные аспекты формирования системных представлений.

Описывается опыт применения кросс-технологий в процессе обучения студентов по специальности «Прикладная информатика».

Ключевые слова: коллективное мышление, системные представления, кросс-технологии.

Ситуационный центр является инфраструктурой, на которой может быть реализован продолжительный процесс коллективного мышления [1. С. 156–159]. Проблема организации такого процесса состоит в том, что обилие существующих подходов и методов намного превышает возможности их использования. Кросс-технологии, рассматриваемые как вариант реализации многодисциплинарного подхода, обеспечивают эффективное конструирование и взаимодействие системных представлений. Такое взаимодействие особенно важно на начальной стадии исследования и проектирования в ходе формирования «проблемного месива» [2].

Если рассматривать приёмы, методы и методики как элементы конструктора, а случаи их совместного применения как сборки, то представляется, что имеет место распространённая ситуация «дефицит при избытии». В частности, в ситуационных центрах крайне редко приме-

няются методики психологического тренинга, в методологических играх не используются возможности ситуационных центров.

1. КРОСС-ТЕХНОЛОГИИ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ

Термин «кросс-технологии» отражает принципиальные особенности принятого нами подхода — перекрёстное взаимодействие различных систем и процессов. Термин «*кросс-<существительное/прилагательное>*» в литературе применяется для обозначения взаимодействия объектов, описываемых указанным *<существительным/прилагательным>*. Примерами являются термины «кросс-сенсорный», «кросс-команды», «кросс-рынки». В табл. 1 перечислены аспекты рассмотрения предметов, используемых нами как компоненты технологии, и отмечены их особенности. Кросс-технология является вторым слоем (уровнем) интеграции компонентов. Например, взаимодействие зрения и слуха может интегрироваться в процессе обучения с одновременным использованием лево- и правополушарных методик представления информации.

Ситуационный центр позволяет реализовать одновременное представление информации в различных форматах и поэтому является наиболее эффективным инструментом реализации кросс-технологий.

Описанный подход появился в результате стремления найти «царские пути» в обучении, другими словами, создать способы радикального улучшения процессов, связанных с обучением [3–5. С. 136–138; 6. С. 127–132; 7. С. 188–194]. Эта система задач включала изменение всех компонентов процесса обучения, в том числе изучаемый предмет (объект). Для пояснения последнего напомним, что, например, делению в римской системе счисления в Средние века в Европе обучали только в Сорбонне, таблица

Таблица 1

Примеры компонентов кросс-технологий

Аспект	Что (Кто) взаимодействует: примеры
Кросс-сенсорный	Различные органы чувств: зрение, слух, кинестетика, тактильное восприятие
Кросс-полушарный	Левое и правое полушария мозга (рациональный и иррациональный аспекты)
Кросс-персональный	Члены группы (коллектива): разработчики, студенты, эксперты, тренеры
Кросс-дисциплинарный	Дисциплины: математика, информатика, физика, лингвистика, история
Кросс-культурный	Культурные образцы (шаблоны): таблица умножения в Европе и в Китае, западная и восточная медицина, «бразильская физика» (Р. Фейнман)

Менделеева радикально упростила изучение химии, а появление системы Декарта значительно улучшило понимание геометрии.

Для формирования технологии использовались разнообразные методы и подходы, основные из которых перечислены в табл. 2. Подчеркнём, что большинство перечисленных методов имеют длительную историю успешного применения. Основной проблемой является выбор компонентов, нужных в данной ситуации и их грамотное объединение в систему. Именно это реализовано в предлагаемой технологии.

Если воспользоваться стандартным описанием изобретений, применяемым в патентном деле – *формулой изобретения*, то эта формула будет следующей.

Предлагается «Кросс-технология ситуационного центра», предназначенная для реализации процесса обучения, состоящая из компонентов, перечисленных в табл. 2, **отличающаяся** тем, что с целью повышения качества и эффективности процесса обучения система для реализации конкретного образовательного процесса «*Имя процесса*» конструируется по следующим принципам:

- Формируется наименее сложный (наиболее простой) вариант процесса, содержащий наиболее сложный компонент.
- Сложность определяется критическим ресурсом ситуации, в которой формируется процесс.

Критическим ресурсом может быть время реализации, квалификация преподавателей, потенциал учебной группы и т.п.

В минимальном варианте технология может быть реализована на открытом воздухе при полном отсутствии компьютерных средств. Здесь реализуется базовая схема «Учитель – ученик – предмет изучения – средства обучения». В разработанных нами учебных пособиях приведены подробные пошаговые инструкции для организаторов учебного процесса.

Вариант с использованием промежуточной технологии расширяет базовую схему за счёт использования имеющихся ресурсов. Именно так организовано большинство известных учебных процессов.

В максимальном варианте требуется полномасштабное наличие ресурсов ситуационного центра, а также специально подготовленной сервисной команды в составе методолога, планшетиста и игротехника. Отметим, что именно наличие систем предельной концентрации ресурсов определяло прогресс во многих областях человеческой деятельности. Примерами для нашего времени являются космические технологии и андронный коллайдер. Однако наличие только технических средств не гарантирует формирования эффективного учебного процесса. Так, в Московском государственном институте международных отношений с 2008 г. используются три учебно-исследовательских ситуационных цен-

Таблица 2

Таблица ресурсов конструирования учебных мероприятий

№	Наименование	Авторы и последователи	Страна, время появления
1	Системный анализ	Р. Акофф	США, 1950
2	Рефлексивный анализ	В. А. Лефевр	СССР, 1965
3	Эвристика Теория решения изобретательских задач	Сократ Г. С. Альтшуллер	Греция, 450 г. до н.э. СССР, 1946
4	Методология исследований	А. А. Зиновьев	СССР, 1960
5	Искусственный интеллект, Экспертные системы	Д. Маккарти Д. А. Поспелов	США, 1956 СССР, 1972
6	Таблицы решений, Логические матрицы	Э. Хамби В. И. Лобанов	США, 1974 Россия, 2002
7	Фейкодер, Когнитивная графика	Д. Джоунс Э. Тафти	США, 1965 США, 1990
8	Футуродизайн, Планетонавтика	Э. П. Григорьев Н. Ф. Сайфуллин	СССР, 1980 Россия, 1997
9	Типология личности Типоведение Соционика	К. Г. Юнг, К. Бриггс, И. Майерс-Бриггс, А. Аугустинавичюте	Швейцария, 1911 США, 1942 СССР, 1970
10	Учебный театр	Я. А. Коменский	Чехия, 1656 Россия, 1973
11	Деловые игры	М. М. Бирштейн Ч. Абт, К. Гринблат	СССР, 1932 США, 1956
12	Ролевые игры	Перрен Дж.	США, 1967
13	Методологические игры	Г. П. Щедровицкий	СССР, 1979
14	Видеотренинг		Россия, 1979
15	Электронный деловой театр	О. С. Анисимов О. С. Жирков	Россия, 2007
16	Креативный ситуационный центр	А. В. Шевырев	Россия, 1995
17	Коллективное интернет- самообучение без учителя	С. Митра	Индия, 2000
18	Видеоконференции по Интернет		США, 1990 Россия, 1997
19	Облачные вычисления		США, 2005 Россия, 2010
20	Ментальные диаграммы MindMap	К. Ишикава Т. Бьюзен	Япония, 1970 США, 2000
21	Проект «Станций свою дис- сертацию»	Dance your PhD	США, 2008

тра. Однако организаторы отмечают наличие трудностей в освоении этих возможностей студентами и магистрантами. Это в очередной раз подчёркивает необходимость создания сервисной команды, владеющей технологиями организации коллективной деятельности.

В Омском государственном институте сервиса (ОГИС) с 2001 г. была организована подготовка студентов по специальности «прикладная информатика (в сфере сервиса)» с ориентацией на подготовку специалистов сервисной команды ситуационного центра. Им преподавались основы системного и рефлексивного анализа, а также эвристики. Развитие гуманитарных методов и усиление междисциплинарных процессов позволили сформировать направление «Кросс-технологии ситуационного центра».

Методику обучения можно описать следующим образом. Схема, которую должны усвоить студенты, представляется им в нескольких сценах (вариантах ситуации). При этом используются видео- и аудиофрагменты художественных произведений и учебных материалов. Важно, что при сохранении схемы (т.е. структуры связей и отношений действующих лиц) могут изменяться реквизит, персонажи, актёры. Преподаватель комментирует реализацию схемы. Его комментарий может быть провокационным, противоречащим ситуации и схеме. Считается, что процесс обучения завершён успешно, если команды студентов в состоянии реконструировать схему представленных ситуаций и реализовать свой вариант ситуации, соответствующий данной схеме.

С 2005 г. реализовано 9 учебно-исследовательских проектов. Численность участников проектных и учебных групп варьировалась от 12 до 40 человек. В 2009 г. проект «Рефлексивный театр ситуационного центра и его поддержка по Интернет» был удостоен диплома 2-й степени на конкурсе инновационных проектов Ассоциации сибирских и дальневосточных городов. В 2011–2012 гг. технология вышла за пределы г. Омска: во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса (ВГУЭС) были выполнены исследования «Пилотный проект коллективного управления вузом средствами ситуационного центра» и «Педагогические факторы и психологические механизмы развития стратегического мышления студентов: разработка и внедрение кросс-технологий в вузе».

Одной из важных современных характеристик любой технологии является её представленность в сети Интернет. Результаты запроса «Рефлексивный театр ситуационного центра» в поисковых программах, таких как Яндекс, Google, Mail.RU, Bing, демонстрируют достаточно большую представленность технологии, а также доступность соответствующих публикаций для Интернет-сообщества.

2. ПРОБЛЕМЫ ПРОРЫВНЫХ СИСТЕМ ОБРАЗОВАНИЯ

При реализации любого «царского пути» возникают проблемы. Перспектива резкого сокращения продолжительности учебных курсов и соответствующего сокращения контингента преподавателей, необходимости освоения новых форматов дисциплин гарантирует сопротивление существующей системы образования. Ещё более критичным является вопрос трудоустройства молодёжи, получившей объём знаний, минимально необходимый для встраивания в существующую социально-экономическую систему, до достижения возраста, который позволяет эти знания применять. Перечисленные факторы делают маловероятным широкое внедрение любого прорывного подхода.

Существуют различные прогнозы развития системы образования, а также прогнозы развития ситуации в России, в том числе в области образования. Большинство публикаций содержат критику существующих концепций, подходов, методов, политики и т.п., а также «правильные» рецепты. Практически не обсуждаются сценарии, когда ничего из «правильного» набора реализовано не будет. Автор рассматривает как наиболее вероятный прогноз ликвидации существующей системы образования по аналогии с ликвидацией варианта цивилизации, существовавшего в СССР [8. С. 197–206]. С вариантами создаваемых систем можно познакомиться в отчётах по известным форсайт-проектам «Детство – 2030» (<http://www.detstvo2030.ru/>) и «Образование – 2030» (<http://metaver.ru/2011/edu2030/>).

Представляется логичным сделать попытку сохранения информационного «генофонда» образования: образцов его реализации в «засорах» существующей системы образования. Соответственно, к такому архиву – «чёрному ящику образования» – нужна «программа распаковки». Один из вариантов такой программы может быть основан на подходе индийского исследователя Сугаты Митры [9. С. 407–426]. Этот подход ориентирован на коллективное самообучение «Маугли Интернета» – детей, имеющих доступ к Интернету и начинающих обучение практически с «абсолютного нуля». Например, детям, не знающим английского языка, было предложено изучить основы биологии и генетики по учебным пособиям на английском языке.

Наш прогноз состоит в том, что в каждом образовательном учреждении будет оставаться всё меньше пространства для реальной проектной деятельности. Сложившаяся ситуация существенно ограничивает степени свободы при реализации образовательных проектов. Однако существуют технологии, позволяющие управлять процессами из различных точек при наличии критического ресурса – понимания принципов и механизмов действия систем, в которых существуют такие проекты.

Технологии сетевого взаимодействия делают такое управление технически и организационно реализуемым. Технологии учебно-исследовательских ситуационных центров обладают эффектом самоприменимости, могут обеспечить расширенное воспроизводство и в этом качестве могут являться инструментом для деятельности с «чёрными ящиками».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование кросс-технологий для конструирования образовательных процессов оказалось достаточно продуктивным. Ключевую роль в их применении играет способ сборки компонентов и мобилизации доступных ресурсов. Предлагаемый способ прототипирования – простая система со сложным компонентом – позволяет начинать проект на основе доступных ресурсов. Полномасштабная реализация с использованием ресурсов ситуационного центра и сервисной команды позволяет оценить предельный потенциал образовательного проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Филимонов В. А.* Учебно-исследовательский ситуационный центр – полигон для команды системных аналитиков // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического ун-та. – 2010. – Вып. 5 (31).
2. *Тарасенко Ф. П.* Прикладной системный анализ: учебное пособие. – М.: КноРус, 2010. – 224 с.
3. *Акофф Р., Гринберг А.* Преобразование образования. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2009. – 196 с.
4. *Мухаметдинова С. Х., Филимонов В. А.* Кросс-технологии ситуационного центра в управлении коллективной проектной деятельностью. – Омск: Омский гос. ин-т сервиса, 2012. – 120 с.
5. *Филимонов В. А.* Прототип полиэкрана российского образования // Восьмая международная конференция памяти академика А. П. Ершова «Перспективы систем информатики» (ПСИ'11), Секция «Информатика образования». – Новосибирск: ООО «Сибирское научное издательство», 2011.
6. *Чернявская В. С., Филимонов В. А.* Технологии ситуационного центра в высшем образовании. Территория новых возможностей // Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2011. – № 3 (12).
7. *Филимонов В. А.* Кросс-технологии ситуационного центра для искусственного интеллекта // Тринадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2012

(16–20 октября 2012 г., г. Белгород, Россия): Труды конференции. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – Т. 4.

8. Что делать? Кто виноват? Дискуссия об образовании // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического ун-та. – 2010. – Вып. 5 (31).

9. *Mitra S., Ritu D., Shiffon C.* et al. Acquisition of Computer Literacy on Shared Public Computers: Children and the «Hole in the wall» // *Australasian Journal of Educational Technology.* – 2005. – 21(3).

О РЕФОРМЕ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В ФИНЛЯНДИИ

АДАМ ТЭЙЛОР

<http://www.businessinsider.com/finland-education-school-2011-12?op=1>

Излагается 26 фактов, характеризующих неортодоксальную систему среднего образования, сложившуюся в результате проводимой реформы школы в Финляндии.

Ключевые слова: система образования, реформа школы в Финляндии.

Кардинальная реформа образования в Финляндии началась 40 лет назад. За это время финская школьная система постепенно, но уверенно вошла в число систем с высшим рейтингом по международным критериям.

Как же это им удалось? Очень просто – финны отказались от модели централизованного стимулирования оценками, принятой в Западном мире. Вот факты, характеризующие сегодняшнее состояние средней школы в Финляндии (по данным из *New York Times*, *Smithsonian*, *TNR*, *OECD/PISA*) :

- Финские дети поступают в школу в 7-летнем возрасте.
- В отличие от школьных систем в других странах, они не выполняют домашних работ и не сдают экзаменов, пока не достигнут подросткового возраста.
- Первые шесть лет в школе им вообще не ставят оценок.
- Единственный стандартный обязательный экзамен дети сдают в 16 лет.
- Все дети, независимо от уровня способностей, учатся в одном классе.
- Финляндия тратит на одного школьника на 30 процентов меньше средств, чем США.
- В первые 9 лет в школе 30 % детей получают пособие.

О РЕФОРМЕ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В ФИНЛЯНДИИ

- 66 % окончивших школу поступают в колледжи. Это наивысший процент в Европе.

- Разница между самыми слабыми и самыми сильными учениками – наименьшая в мире.

- На занятиях по естественным наукам в классе находится не более 16 человек, так что все ученики могут выполнять лабораторные эксперименты на каждом уроке.

- 93 % финнов оканчивают среднюю школу. Это на 17,5 % больше, чем в США.

- 43 % финских старшеклассников учатся в профессионально-технических школах.

- Общая длительность всех перемен в начальных классах – 75 минут в день, в отличие от 45 минут в США.

- Учителя ведут занятия в классе по 4 часа в день и по 2 часа в неделю проходят «повышение квалификации».

- Число учителей в Финляндии такое же, как в Нью-Йорке, а учеников меньше почти в два раза (600 000 и 1 100 000 соответственно).

- Среднее образование в Финляндии бесплатное.

- Каждый учитель в Финляндии должен получить магистерскую степень; обучение в магистратуре полностью субсидируется государством.

- Государственные образовательные стандарты определяют только общее направление программ.

- На место учителя могут претендовать только выпускники университетов из числа 10 % лучших.

- В 2010 г. на 660 учительских вакансий в начальной школе претендовало 6 600 выпускников университетов.

- Средняя зарплата начинающего учителя в Финляндии в 2008 г. была 29 000 долларов, в сравнении с 36 000 долларов в год в США.

- Однако учителя старших классов с 15-летним стажем получают 102 % от средней зарплаты остальных выпускников университетов. В США это соотношение равно 62 %.

- Поощрительных выплат учителям нет.

- Статус врачей, юристов и учителей в обществе одинаков.

- В международном рейтинге 2001 г. финские дети заняли верхние позиции по чтению, математике и точным наукам и с тех пор ежегодно подтверждают этот результат.

- Несмотря на различия между США и Финляндией, она с разрывом опережает страны с похожей демографией. Соседняя Норвегия, примерно таких же размеров, и со столь же однородной культурой, что и Финляндия, но следующая тем же стратегиям, что и США, достигает только тех же международных рейтингов, что и США.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Венджер, Йона – директор консалтинговой фирмы Quantum Shift Ltd, Новая Зеландия.

Дорофеюк Александр Александрович – д.т.н., профессор, заведующий лабораторией Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (Москва).

Дорофеюк Юлия Александровна – к.т.н., научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (Москва).

Кочегуров Владимир Александрович – профессор-консультант кафедры прикладной математики Томского политехнического университета (г. Томск).

Кэннон, Виджей Р. – профессор Школы бизнеса Университета штата Юта (США).

Лерер, Йона – нейробиолог, психолог, журналист, автор нескольких бестселлеров, в том числе «Как мы принимаем решения» (США).

Медведев Александр Васильевич – д-р техн. наук, профессор Сибирского государственного аэрокосмического университета им. акад. М.Ф. Решетнева (г. Красноярск).

Пушных Виктор Александрович – доцент кафедры организации и технологии высшего профессионального образования ТПУ, старший научный сотрудник научной лаборатории по исследованию процессов управления современным высшим учебным заведением Томского политехнического университета (г. Томск).

Саутвик, Фред – профессор медицины университета штата Флорида (США).

Стивенс, Алан А. – профессор, декан факультета менеджмента Университета штата Юта (США).

Тейлор, Адам – редактор журнала «Business Insider» (Австралия).

Филимонов Вячеслав Аркадьевич – старший научный сотрудник, д-р техн. наук, профессор лаборатории методов представления и преобразования информации Омского филиала Института математики Сибирского отделения РАН (Омск).

Чернявский Александр Леонидович – к.т.н., старший научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (Москва).

Шимширт, Наталья Дмитриевна – к.э.н., доцент Томского государственного университета.

Этуотер, Дж. Брайан – профессор Школы бизнеса Университета штата Юта (США).

ABOUT THE AUTHORS

Atwater, J. Brian. is an associate professor of production/operations management in the Jon M. Huntsman School of Business, Utah State University, USA.

Chernyavskiy, Alexander L., Ph. D., senior research assistant, Institute of Control Sciences RAS, Moscow.

Dorofeyuk, Alexander A., D.Sc., Professor, Institute of Control Sciences RAS, Moscow.

Dorofeyuk, Yulia A., Ph.D., research assistant, Institute of Control Sciences RAS, Moscow.

Filimonov, Viacheslav A., is a professor, D.Sc., Sobolev Institute of Mathematics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Omsk.

Kannan, Vijay R., is Vernon & Maree Buehler Endowed Professor and professor of operations management in the Jon M. Huntsman School of Business.

Kirienko, V.E. – candidate of science, Head of IT Dept. of Tomsk city Administration.

Kochegurov, Vladimir. A., is D.Sc., a professor of Tomsk Polytechnic University, Russia.

Lehrer, Jonah, – an American writer, neurologist, psychologist.

Medvedev, Alexandr V., is D.Sc., a professor of Siberian State Aerospace University, Krasnoyarsk.

Pushnykh, Victor is D.Sc., a professor of Tomsk Polytechnic University, Russia.

Shimshirt, Natalia Dmitrievna, – Docent, National Research Tomsk State University.

Southwick, Fred, is a Professor of Medicine at the University of Florida, USA.

Stephens, Alan A., is the department head of the Business Administration Department and an associate professor of finance in the Jon M. Huntsman School of Business, Utah State University, USA.

Taylor, Adam, is the Chief editor of the «Business Insider» journal, Australia.

Wenger, Jonah – is Director of the Quantum Shift Ltd, New Zealand.

ABSTRACTS

CULTIVATING SYSTEMIC THINKING IN NEXT GENERATIONS OF BUSINESS LEADERS

**J. BRIAN ATWATER, VIJAY R. KANNAN,
ALAN A. STEPHENS**
(Utah State University, USA)

In response to criticism that they do not train students to be effective decision makers, many business schools have attempted to modify their graduate management programs. We suggest that a primary ingredient missing from these attempts is a comprehensive treatment of systemic thinking. While most business functions teach about the systems housed within them, we suggest that few teach their students to think systemically. We propose a 3-part description of systemic thinking and provide results of a survey that investigates the claim that students are not being taught to think systemically.

Key words: systems thinking, management, their teaching.

THE FINANCE SYSTEM OF INNOVATION IN RUSSIA AND THE PROBLEMS OF EFFICIENCY

NATALIA D. SHIMSHIRT
(National Research Tomsk State University,
Tomsk, Russia)

The article is devoted to the problems of financing vehicles of innovation. The place and role of economic development in

innovation is determined. Current problems of efficiency enhancement of innovation activity in Russia are envisaged.

Key words: innovation development, financing methods, efficiency.

SYSTEM APPROACH TO PROBLEM OF MODELING OF PROCESSES IN MEDICINE

V.A. KOCHEGUROV

(Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia)

In this article the author discusses the problem of energy-information concept in criteria formation for probative decision making in medicine.

Key words: system, modeling, generalized variables, bionic model, evidence medicine, energy.

ON SYSTEMS THINKING IN BUSINESS

JOHN WENGER

(New Zealand)

The paper is engaged in propaganda for introduction of systems thinking into businesses management. It is shown that the traditional analytic approach to management has achieved limits of its usefulness. Peculiarities of systems thinking that widen possibilities of management in business, are described. Examples of successful application of systems thinking to solving real-life problems of business enterprises are given.

Key words: Systems thinking, analytic thinking, management in business.

OPINION: ACADEMY SUPPRESSES CREATIVITY

FRED SOUTHWICK

(University of Florida, USA)

By discouraging change, universities are stunting scientific innovations, leadership and growth.

Key words: innovations, creativity, opinion academia.

ABOUT ONE APPROACH TO THE CLASSIFICATION OF DECISION SUPPORT SYSTEMS

V.E. KIRIENKO

(Tomsk city Administration, Tomsk, Russia)

An analysis of the DSS classification and definitions was made. It is shown that all the existing options are intended for specialists and researchers of DSS. They do not allow make choice of DSS for the use of the Decision Makers. A variant of the DSS classification and definition on the basis R.L. Ackoff's five knowledge levels is proposed.

Key words: IS, MIS, DSS definition, DSS classification, Decision Maker.

OBJECTS GROUPING STRUCTURAL METHOD FOR ENHANCING QUALITY OF ESTIMATES IN MONITORING UNDER SMALL SIZE SAMPLES

**A.A. DOROFYUK, J.A. DOROFYUK,
A.L. CHERNYAVSKIY**

(Institute of Control Sciences RAS, Moscow, Russia)

Key instrument of analysis and economic development modeling is the monitoring of socio-economic indicators in the context of the subjects of the Russian Federation. The main problem faced by the statistics in developed countries, is the problem of correctness of statistical data in small (non-representative) sample, which usually arises because of

insufficient financing of sample surveys. New method of statistical processing of unrepresentative samples is proposed, which allows to receive more correct estimates without reducing monitoring efficiency. It is based on the data mining methodology, including structural-classification data analysis methods.

Key words: structural-classification data analysis, non-representative sample, dynamic objects monitoring.

ABOUT COMPUTER INVESTIGATION OF ACTIVE SYSTEMS

A.V. MEDVEDEV

(Siberian State Aerospace University, Krasnoyarsk,
Russia)

The problem of modeling and control by organizational processes that include, as a system element, a human or a group, is investigated. The principal difference between technical and active systems in modeling and control is discussed. It is the necessity of introduction control loops into the control system of some input and output variables. The investigation method of active systems by computer modeling is offered. Some nonparametric algorithms of decision making are given.

Key words: active system, identification, a priori information, non-parametric models, non-parametric algorithms, discrete and continuous processes, social systems.

GROUPTHINK. THE BRAINSTORMING MYTH

JONAH LEHRER

(USA)

Factors, influent on a group thinking productivity, are discussed. Two options of a creative group-thinking process, – Osborn’s “brainstorming”, and “Building – 20” of MIT, – are considered. Experimental results demonstrating high efficacy of the second method are presented.

Key words: Group thinking, brainstorming, creativity, problem solving.

BUSINESS SCHOOL AT TECHNICAL UNIVERSITY: ROLE AND TASKS

VICTOR PUSHNYKH

(Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia)

Enhancing requirements to the quality of higher education give rise to many questions. One of those questions is the question about specialization of the universities. In Russia, there is a point of view that each university should be treated as a university training specialists in very limited and strongly defined area of specialties: technical universities, business universities, legal universities, medical universities etc. In opposition to this point of view, the successful experience of implementation of business education programs in a Russian technical university as well as similar experience of the leading Western universities are described in the article. It is shown that well run business school at a technical university allows improving the quality of education of both engineers and managers.

Key words: business education, university, quality of education, business school.

SYSTEM THINKING AND CROSS-TECHNOLOGIES OF A SITUATIONAL CENTER

VYACHESLAV A. FILIMONOV

(Sobolev Institute of Mathematics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Omsk branch, Omsk, Russia)

The organization of collective creation of the multidisciplinary educational project is considered. The problem is coordination of various system representations. The solution to this problem is complex interaction of various systems and various processes (cross-technologies) with use of resources of the situational center.

Key words: collective thinking, system representations, cross-technologies.

REFORM OF EDUCATION IN FINLAND

ADAM TAYLOR

(Australia)

26 amazing facts about an unorthodox and non-centralized system of education that emerged in Finland due to maintained reform of school there, are presented.

Key words: education system, school reform in Finland.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ»

Текст должен быть представлен в электронном виде, набран в текстовом редакторе Word 6.0 и выше, шрифтом Times New Roman, 12 кеглем, с полуторастрочным интервалом, по e-mail ftara@ich.tsu.ru; etunda@yandex.ru.

Название статьи печатается прописными буквами по центру, на русском и английском языках. Точка в конце не ставится. Перед названием указывается индекс УДК.

Под названием статьи приводятся инициалы и фамилии авторов, по центру, строчными буквами. На следующей строке указываются: организация, в которой работает автор, город и страна принадлежности, адрес электронной почты. Данная информация представляется также и на английском языке.

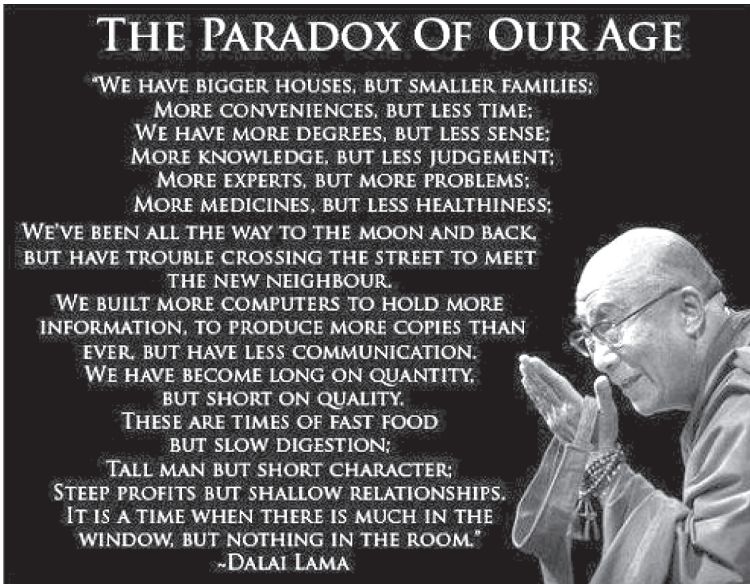
Статья сопровождается указанием индекса и перечнем ключевых слов (на русском и английском языках).

Рисунки выполняются в форматах JPG, TIF и помещаются в текст статьи вместе с надписями, без обтекания рисунка текстом. Рисунки дублируются в отдельных файлах.

Ссылки на литературу в тексте обозначаются номерами в квадратных скобках в порядке их упоминания. Список источников, пронумерованный в том же порядке, приводится в конце статьи. Рекомендуется включать в список работы, в совокупности полно характеризующие состояние обсуждаемой темы (классиков и современных авторов), обычно не менее 10 работ.

Обязательно прилагаются аннотации на русском и английском языках. Объем аннотации – не менее 500 знаков.

В отдельном файле представляется информация о каждом из авторов: фамилия, имя, отчество; учёные степень и звание (если имеются); место работы и должность; почтовый и электронный адреса; телефон(ы).



ПАРАДОКСЫ НАШЕГО ВЕКА

У нас большие дома, но малые семьи;
 Больше удобств, но меньше времени;
 Выше образованность, но меньше понимания;
 Больше знаний, но меньше рассудительности;
 Больше экспертов, но больше и проблем;
 Больше лекарств, но меньше здоровья;
 Мы побывали на Луне и вернулись обратно, но затрудняемся перейти
 дорогу, чтобы навестить нового соседа;
 Мы производим больше компьютеров, чтобы обладать большей ин-
 формацией и распространять её в невиданных ранее размерах, но наше
 общение ущербно;
 Мы разрастаемся количественно, но наше качество не возрастает;
 Настали времена быстрого питания, но медленного пищеварения ;
 Рост людей повышается, а масштаб личности снижается;
 Настали времена, когда в витрине много чего, а в доме почти ничего.

Далай Лама



ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОСНОВАН В 1878 ГОДУ

135 ЛЕТ СЛУЖЕНИЯ ОТЕЧЕСТВУ!

В 2013 году Национальный исследовательский Томский государственный университет отмечает свой юбилей – 135 лет основания. ТГУ – это уникальный вуз с мировым именем, в котором классический подход к образованию сочетается с более чем вековым опытом подготовки практикоориентированных специалистов. А фундаментальный научный потенциал находит приложение в реализации прогрессивных инновационных идей.

ТГУ сегодня является одним из крупнейших вузов страны – на 23 факультетах и в учебных институтах учатся более 19 тысяч студентов по 135 направлениям и специальностям многоуровневой подготовки. Сильнейший кадровый состав включает в себя более 400 докторов и 800 кандидатов наук, среди них – 43 лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники; 43 научные школы входят в президентский перечень ведущих научных школ России.

Системная работа с талантливой молодежью обеспечила ТГУ лидирующее положение среди вузов России по количеству наград, полученных студентами и молодыми учеными: за последние 5 лет студенты ТГУ удостоены 25 медалей РАН, более 500 – отмечены медалями и дипломами Минобрнауки РФ.

Университет активно взаимодействует с предприятиями различных отраслей, разрабатывая программы профессиональной подготовки и переподготовки, ориентированные на конкретного заказчика. Партнерами ТГУ сегодня являются более 750 предприятий и организаций.

В 2010 году ТГУ была присвоена категория «национальный исследовательский», затем были весомые победы в конкурсах по постановлениям Правительства РФ №№ 218, 219. Яркий показатель включенности ТГУ в современное экономическое развитие России – это лаборатории, оснащенные самым современным оборудованием, ученые с мировым именем, проводящие исследования на базе университета и совместно с университетскими коллективами, пояс малых инновационных пред-

приятий. Показательна и высокотехнологичная база: учебные, научные, внедренческие центры (48 Научно-образовательных центров, 12 Центров коллективного пользования и др.), суперкомпьютер СКИФ Cyberia, мощная приемо-передающая станция спутниковой связи и др.

ТГУ прочно интегрирован в мировое образовательное пространство благодаря реализации совместных учебных и научных программ с ведущими вузами и научными центрами мира.

Уникальным преимуществом университета является гармоничное развитие всего спектра гуманитарных, физико-математических и естественных наук, которое позволяет расширять междисциплинарные исследования и добиваться синергетического эффекта при решении сложнейших фундаментальных и прикладных задач современной экономики и общественной жизни.

Научно-практический журнал

***ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
В СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ***

2013. Том 5. Выпуск 8

Редактор
В.С. Сумарокова

Верстка
ООО Фирма «Ацтек»

Подписано в печать 28.03.2013 г. Формат 60х100^{1/16}.
Печать офсетная. Гарнитура Times New Roman Cyr.
Усл. печ. л. 9,0; уч.-изд. л. 8,8.
Тираж 500 экз. Заказ .

Издательство ТГУ. 634029, Томск, ул. Никитина, 4.
Типография «Иван Федоров», 634026, г. Томск, ул. Р. Люксембург, 115/1
Верстка ООО Фирма «Ацтек»,
634045, г. Томск, а/я 2503