

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Волгоградский государственный архитектурно-строительный  
университет**

**В.С. Боровик, Е.Ю. Зайцева**

**Моделирование управления  
в организационных системах автодорожного комплекса  
с учетом человеческого фактора**

**Под редакцией доктора технических наук, профессора В.С. Боровика**

**ISBN 978-5-98276-614-4**



**© Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный  
архитектурно-строительный университет», 2014**

**Волгоград ВолгГАСУ 2014**

УДК 005.72:625.7/.8  
ББК 39.311  
Б83

Р е ц е н з е н т ы:

*В.В. Столяров*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильных дорог Саратовского технического университета;

*Д.А. Скоробогатченко*, доктор технических наук, профессор кафедры экономики и управления дорожным хозяйством Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета

**Боровик, В.С.**

Б83 Моделирование управления в организационных системах автодорожного комплекса с учетом человеческого фактора [Электронный ресурс] / В.С. Боровик, Е.Ю. Зайцева ; под ред. В.С. Боровика ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (1,3 Мбайт). — Волгоград : ВолГАСУ, 2014. — Научное электронное издание комбинированного распространения: 1 CD-диск. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; 2-скоростной дисковод CD-ROM; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-98276-614-4

Установлена актуальность задачи управления, связанной с изучением и обобщением результатов деятельности успешных социально-экономических систем с целью обнаружения механизма, позволяющего повысить эффективность функционирования менее успешных систем. Осуществлено моделирование влияния человеческого фактора на основе теории подобия в организационных структурах автодорожного комплекса в реальных условиях использования производственных ресурсов.

Для научных работников, аспирантов, студентов и специалистов автодорожного комплекса, занимающихся управлением научно-техническим прогрессом.

УДК 005.72:625.7/.8  
ББК 39.311

ISBN 978-5-98276-614-4



© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», 2014

## Оглавление

Введение.....	4
1. Управление в организационных системах автодорожного комплекса в условиях инновационного развития на основе идентификации признаков.....	11
1.1. Современные тенденции развития теории принятия решений на основе идентификации признаков.....	11
1.2. Моделирование управления в организационных системах с учетом человеческого фактора на основе теории подобия.....	22
1.3. Прогнозирование точности расчетных параметров производственной функции при решении задач идентификации.....	29
1.4. Анализ реализации управления в организационных системах во времени.....	36
1.5. Моделирование стратегии управления в организационных системах.....	46
1.6. Обоснование выбора стратегии управления.....	52
2. Концепция мотивации в организационных системах автодорожного комплекса.....	60
2.1. Роль мотивации в социальных и экономических системах автодорожного комплекса.....	60
2.2. Мотивация как форма влияния на человеческий фактор.....	66
2.3. Моделирование мотивационной деятельности.....	69
2.4. Оценка влияния мотивации на реакцию отторжения нововведений в организационных системах автодорожного комплекса	73
2.5. Вероятностная модель реализации согласованной стратегии управления.....	77
Заключение.....	89
Библиографический список.....	90

## ВВЕДЕНИЕ

Существенным свойством автодорожного комплекса как транспортной структуры является его специфическое место в производственном процессе. С одной стороны — это самостоятельная отрасль производства, осуществляющая строительство, реконструкцию, ремонт и содержание автомобильных дорог и сооружений на них, а с другой, транспорт участвует «...в продолжение производственного процесса в процессе обращения и для процесса обращения»<sup>1</sup>.

Дорога используется автомобильным транспортом, эффективность функционирования которого в определяющей мере зависит от потребительских свойств дороги. Специфика автодорожного комплекса проявляется в том, что стратегия повышения эффективности финансово-хозяйственной деятельности какой-либо её организационной структуры, осуществляющей дорожные работы, весьма слабо согласуется с инновационной стратегией обеспечения высоких потребительских свойств дороги. Необходимо обеспечить интегральную оценку управления на основе инноваций, которая будет способствовать определению влияния НТП на уровне автодорожного комплекса, и позволяющую дать всему процессу однозначную количественную оценку.

По мнению специалистов Кембриджского университета «...в то время, как столь большое внимание уделяется проблемам инноваций и предпринимательства, огромное сожаление вызывает отсутствие глубокого понимания этих процессов. Стоит ли удивляться трудностям, которые испытывают фирмы и правительства в попытках стимулировать инновации, если силы, приводящие их в движение, остаются неисследованными?» [109].

Эта цитата, взятая из отчета крупных специалистов в экономике, чрезвычайно актуальна. Во-первых, занимаясь инновациями длительный период времени, специалисты Англии осознали «отсутствие глубокого

---

<sup>1</sup> Маркс К. Капитал т.2. Издержки транспорта.

понимания этих процессов». Во-вторых, становится ясно, какой значительный объем работы предстоит выполнить нам, чтобы не только достичь глубокого «понимания этих процессов», но и активно управлять ими, с целью эффективного решения задач инновационного развития.

Анализируя сложившуюся систему совершенствования управления и механизмов принятия решений в организационных системах автодорожного комплекса с целью повышения эффективности их функционирования на основе инновационного развития, следует констатировать необходимость, прежде всего, коренного изменения отношения к науке. Любое совершенствование управления следует рассматривать, в первую очередь, как новшество со всеми вытекающими последствиями и процедурами. Результаты научной деятельности должны быть востребованы практикой в той мере, в какой это соответствует поставленным целям, достижение которых планируется в соответствии с разработанными моделями.

Вице-премьер Сергей Иванов так оценил положение с дорогами в РФ: «Потери экономики от плохого состояния дорог чрезвычайно велики: по оценкам специалистов они составляют более 1,8 трлн. рублей в год – около 3% ВВП. Это гораздо больше, чем все расходы государства на оборону». Доля федеральных дорог не соответствующих нормативным требованиям составляет более 60%<sup>2</sup>. В среднем на регион приходится около 20 млрд. руб. потерь от неудовлетворительного состояния дорог.

По другой информации потери России от неразвитости дорожной сети составят не менее 9-12,5% ВВП, если финансирование дорожной отрасли в течение 10 лет не выйдет на уровень 4,5-5% от валового национального продукта<sup>3</sup>. «Увеличивать финансирование необходимо, но никакие денежные вливания не спасут, если мы продолжим традиционное

---

<sup>2</sup>Из-за плохих дорог Россия ежегодно теряет 1,8 трлн. рублей. [www.zagolovki.ru](http://www.zagolovki.ru) // 14 февраля 2008. Интернет ресурс. <http://www.zagolovki.ru/daytheme/dorogi/14Feb2008> Дата обращения 01.06.2013.

<sup>3</sup> В настоящее время 1,5%.

«осваивание» бюджетных средств, пусть даже и в размере 4% ВВП. – Экономика вопроса должна быть просчитана безупречно»<sup>4</sup>.

Без сильной целенаправленной государственной политики в экономике и обществе с учетом отраслевых особенностей, ориентированных на повышение эффективности управления на основе развития и использования методов теории управления и принятия решений достичь положительных результатов весьма сложно.

Чрезвычайно большое значение для совершенствования управления структурами автодорожного комплекса имеет совершенствование федерального закон ФЗ-94<sup>5</sup>. Отдельные статьи закона противоречат основополагающим принципам управления и, прежде всего, - единоначалия.

Одной из важнейших задач развития автодорожного комплекса является обеспечение кардинального повышения конкурентоспособности отечественных предприятий. Главная причина низкой конкурентоспособности — плохая восприимчивость к инновациям. Создание благоприятных условий для развития инновационных процессов является основной задачей органов государственной власти. Без сильной и целенаправленной государственной политики в области инновационной деятельности добиться перелома в повышении конкурентоспособности отечественных производств весьма сложно.

На государственном уровне должен быть принят закон, позволяющий научному сообществу оказывать влияние на процесс инновационного развития. Например, Росавтодором в 2000 г. была предпринята попытка усилить влияние науки на процесс производства — был издан очень полезный приказ № 222 «Об организации научно-технического

---

<sup>4</sup> Из-за плохих дорог Россия потеряет 9-12,5% от ВВП Электронный ресурс.

<http://subcar.org/blog/10056/>

Дата обращения 01.06.2013.

<sup>5</sup> Федеральный закон №94-ФЗ. «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд»

сопровождения строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог и дорожных сооружений». Однако, не пройдя согласований соответствующих федеральных ведомств, этот приказ, к сожалению, был отменен.

Следует отметить, что еще 15.11.2003 Постановлением 22-17 на пленарном заседании Межправительственной ассамблеи государств-участников СНГ был принят Модельный закон о научной и научно-технической экспертизе. Этот документ предлагает членам СНГ регулировать отношения, возникающие в связи с назначением и проведением научной и научно-технической экспертизы, определяет основные права и обязанности заказчиков и исполнителей научной и научно-технической экспертизы. К сожалению, до настоящего времени в РФ не приняты нормативные акты, регламентирующие деятельность этого одного из важнейших инструментов совершенствования управления и механизмов принятия решений в организационных системах автодорожного комплекса с целью повышения эффективности их функционирования на основе инновационного развития. Результаты научно-технической экспертизы позволят существенно расширить влияние авторов научных разработок на инновационный процесс, повысить уровень принимаемых решений, обеспечив заинтересованных лиц квалифицированной оценкой материалов, свидетельствующих о степени их соответствия современному уровню научно-технического развития.

Одной из основных причин утраты Россией позиций на мировом и внутреннем рынке явилось отсутствие концептуальной государственной политики в сфере интеллектуальной собственности и инновационной деятельности. Целостная нормативно-правовая система инновационной деятельности до сих пор не сформирована, роль государства в этих процессах не определена, эффективные механизмы взаимодействия государства с предпринимательским сектором не созданы. Многие вузы, имеющие десятки патентов на изобретения, не обладают реальными инструментами их

эффективного внедрения в практику автодорожного комплекса. Для реализации проводимой государством политики по учету, закреплению и распоряжению правами на изобретения, повышению эффективности их использования и созданию заинтересованности у изобретателей необходимо ускорить разработку и принятие части Гражданского кодекса, касающейся интеллектуальной собственности. Также необходимо принятие федеральных законов «О коммерческой тайне», «Об инновационной деятельности», «О поддержке развития технического творчества в Российской Федерации» и других законодательных актов, направленных на совершенствование действующей правовой базы в области интеллектуальной и инновационной деятельности [1].

По мнению экспертов института народнохозяйственного прогнозирования, для того чтобы в 25—30 годы XXI в. в РФ 85...95 % прироста ВВП обеспечивалось за счет инноваций и новых технологий, необходимо:

- повысить финансирование науки с 1,2 до уровня 2,5...2,8 % ВВП;
- к 2015 г. увеличить число исследователей до 700...800 тыс. чел.;
- увеличить в 5...7 раз фондовооруженность персонала;
- увеличить оплату труда в науке в 4...6 раз [95].

Однако в настоящее время объем финансирования дорожного хозяйства сократился к 2008 г. до 1,5 %. Для сравнения, в развитых зарубежных странах на автомобильные дороги расходуется около 3...4 % ВВП. В настоящее время около 8 тыс. км автомобильных дорог работают в режиме перегрузки, системные заторы приводят к росту стоимости перевозок в 1,2...1,8 раза.

Одной из важнейших причин недостаточно активного инновационного развития является отсутствие в составе показателей для отражения эффективности внедрения новой техники; группы важнейших обобщающих показателей, характеризующих эффективность НТП, его влияния на



интенсификацию производства, а также темпов экономического роста за счет такой интенсификации [47, 87].

Рассматривая инновационную деятельность в автодорожном комплексе, следует отметить, что эффективность реализации нововведений зависит от эффективности функционирования первичных хозяйствующих субъектов. Это вносит принципиальное изменение в методологию расчета. Известные нам нормативные документы и результаты исследований рассматриваются в качестве субъекта внедрения заданное проектом предприятие без учета предыдущей финансово-хозяйственной деятельности и сложившейся системы использования ресурсов. Получается, что эффект от внедрения зависит только от количественных характеристик ресурсов. Однако это не соответствует реальным производственным процессам, что показано рядом авторов [15, 65, 86].

В целях эффективного управления учет затрат и результатов должен рассматриваться как исследование и трансформация, согласно принятой модели учетных данных о затратах и результатах прошлой, настоящей и будущей хозяйственной деятельности. В данном определении центральным является понятие «модели учета затрат и результатов». Задача ее — найти переменные (такие, например, как объем и структура производства), влияющие на общую сумму затрат. Модель раскрывает соотношение между значениями этих переменных и величиной затрат [105]. С помощью моделирования можно спрогнозировать изменение затрат в зависимости от выбора стратегии того или иного варианта хозяйственной деятельности. Это гарантирует, что в конечном итоге будет выбрано наиболее эффективное управленческое решение.

Например, повышение производительности труда в автодорожном комплексе, снижение трудоемкости достигается путем увеличения фондовооруженности. Активное замещение живого труда овеществленным при снижении трудоемкости сопровождается повышением фондоемкости. Более

эффективное использование дорожно-строительных материалов на определенных этапах требует новых, т. е. дополнительных средств труда, а значит, снижение материалоемкости может также сопровождаться повышением фондоемкости производства.

Целесообразно привести мнение Д. С. Львова, считающего, что «...смысл новой «экономики» не только и не столько в переходе к инновационной модели развития, сколько в том, чтобы предложить миру новую модель социально-экономического развития, выстроенную на принципиально новых аксиоматических принципах. Главное, ради чего проводятся реформы — это человек, его нужды и чаяния, его внутренний мир, социальная стабильность общества, где каждый чувствует себя в своей стране, как у себя дома» [54]. В связи с этим следует подчеркнуть, что моделирование управления с учетом человеческого фактора является чрезвычайно важной, сложной и актуальной задачей.

Даже отлично разработанная идентификационная модель и весьма эффективная идея, заложенная в ней, может быть успешно реализована в одной системе, но не всегда приведет к ожидаемым результатам в другой, если не будет в полной мере учтен человеческий фактор. Например, «...прежде чем внедрять концепцию работы группой, необходимо преодолеть сопротивление... Изменения в компании неизбежны, но не следует ожидать результатов «завтра», успешная реализация осуществляется от одного года до 5 лет и более» [110].

Другие авторы предлагают иное объяснение. Сопротивление изменениям — не обязательно проявление несогласия или психологической инерции. Напротив, многие люди, искренне болея за перемены, неосознанно направляют всю свою энергию на поддержку скрытых противоборствующих убеждений. В результате этого внутреннего конфликта стремление к переменам сводится к противодействию им, что со стороны воспринимается как сопротивление, а на самом деле оказывается своего рода иммунитетом к изменениям. Например, работник, тормозящий выполнение работы, на самом деле неосознанно

пытается избежать еще более сложного задания, которое ему поручат в случае успешного завершения текущего проекта и с которым, по его мнению, он не справится. Без понимания сотрудниками своих противоборствующих убеждений любые их попытки измениться обречены на неудачу [44].

В предлагаемой работе сделана попытка восполнить недостаток в исследованиях, связанных с моделированием управления на основе теории подобия и рассмотреть эту задачу с учетом человеческого фактора.

## **Глава 1. УПРАВЛЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ АВТОДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НА ОСНОВЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРИЗНАКОВ**

### **1.1. Современные тенденции развития теории принятия решений на основе идентификации признаков**

Идентификация (от ср.-век. лат. *identifico*- отождествляю) признание тождественности объектов<sup>6</sup>. Идентификацией называется вся познавательная деятельность лица, принимающего решение (ЛПР), создающая необходимые условия для практического использования формальных основ теории управления при решении конкретной прикладной задачи. Идентификация в настоящее время является обязательным элементом и наиболее сложным этапом процесса решения стратегических и прикладных задач управления.

Согласно современному подходу:

*теорией идентификации* считается система методов построения нормативных моделей идентификации, в идеале включающая методы, используя которые ЛПР может самостоятельно создать нормативные образцы своей идентификационной деятельности;

*структурной идентификацией* называется вся познавательная деятельность ЛПР, связанная с поиском в формальных основах теории управления

---

<sup>6</sup> Электронный ресурс <http://tolkslovar.ru/i321.html> дата обращения 01.06.2013

однозначной постановки прикладной задачи. Теория идентификации поддерживает эту деятельность, создавая методы построения нормативных образцов структурной идентификации [26].

Оперативное и однозначное решение проблем идентификации создает предпосылки для эффективного практического использования математических методов и сложных наукоемких технологий [73]. Поэтому разработка методов и алгоритмов идентификации приобретает в настоящее время исключительную важность для науки и практики. В системах с человеческим фактором идентификация признаков приобретает особое значение ввиду чрезвычайной сложности ее проявления. Использование математических методов в разработке алгоритмов идентификации в системе с человеческим фактором ограничивается весьма узким кругом. Поэтому развитие теории идентификации в этом направлении в настоящее время весьма актуально. Постоянная необходимость в оптимизации процесса решения прикладных задач за счет рациональной идентификации стимулирует прогресс теории в классическом направлении. В связи с включением в объект исследования человеческого фактора актуализируются: методология идентификации при известной однозначной постановке практической задачи; математические методы параметрической и непараметрической идентификации; математическая теория структурной идентификации; математическое моделирование систем; математические проблемы управления с оперативным идентификатором и др. [26].

Развитие теории идентификации в неклассическом направлении, основанное на признании решающей роли человеческого фактора в процессе структурной идентификации, имеет исключительно важное значение для решения прикладных задач и, в частности, задач автодорожного комплекса. Неклассическая концепция структурной идентификации ориентирует исследователей на разработку методов формализации процесса перехода от содержательной постановки прикладной задачи к ее однозначному

математическому аналогу на основе постановки и решения математических задач предварительного выбора. При этом основная цель — сделать возможным применение математического аппарата там, где он не применялся или применялся несистемно. Ввиду этого исключительное значение для фундаментальной науки имеют такие области исследования, как разработка концептуальных основ теории управления, особенно тематики системных и общесистемных закономерностей функционирования систем; разработка методов построения нормативных системных моделей структурной идентификации; разработка методов идентификации организационных и социально-экономических систем [26].

Исследования в области разработки теории идентификации можно разделить на три основные группы. Первая — область теоретических исследований, нацеленных на создание фундаментальных основ теории идентификации. Вторая — теоретико-прикладные исследования, в процессе которых создаются и исследуются эталонные образцы применения результатов теоретических исследований в процессе решения прикладных массовых задач. Третья — это исследования, направленные на решение прикладных задач на основе использования результатов второй группы, отражающие прикладные аспекты теории идентификации.

На наш взгляд, для автодорожного комплекса представляют интерес в первую очередь методологии, ориентированные на решение крупномасштабных прикладных задач [9, 29, 33, 34, 35, 45, 49, 53, 55, 59, 66, 72, 83, 78, 94, 93]. Они направлены на декомпозицию большой задачи на подзадачи, которые могут быть осмыслены на концептуальном уровне.

Весьма перспективно решение задач, включающих человеческий фактор, на основе непараметрической проблематики оценки неизвестных характеристик идентифицируемых систем, которые рассматриваются как неизвестные плотности и функционалы от распределений. В связи с этим следует отметить изучение устойчивого непараметрического оценивания

функционалов от распределений по зависимой выборке, где получены гладкие аппроксимации оценок с особенностями, а также доказывается сходимости моментов и получение скорости сходимости [32]. Аналогичный результат достигается в работе по построению экономных непараметрических моделей коллективного типа, в которых путем разбивки исходной выборки на группы построены сходящиеся оценки вероятностных характеристик [51]. При этом требуемая точность достигается при гораздо меньшем размере выборки, чем в классическом случае, что весьма важно при идентификации систем автодорожного комплекса. В качестве исходной математической модели используются нечеткие множества. Статистическая информация для вычисления вербальных показателей при диагностике и построении согласованных стратегий весьма ограничена. Получила развитие оценка переходных характеристик динамических систем, в которой проведен сравнительный анализ нескольких алгоритмов сглаживания и аппроксимации этих характеристик, полученных по экспериментальным точкам [55].

Существенные результаты достигнуты в исследованиях, связанных с поиском соответствия между эмпирическими множествами входных и выходных переменных технологических объектов. Результаты, обусловленные теоретико-прикладными задачами, позволили предложить диапазон изменения входных параметров реальных производств при заданных технологических ограничениях на характеристики выходного продукта [48]. Такие результаты наиболее перспективны в плане идентификации факторов при решении задач оптимизации снабжения дорожно-строительными материалами в условиях неопределенности получения заказа на выполнение СМР. Для установления наибольшего соответствия в последнее время используется критерий Кульбака — Лейблера (Kullback — Leibler), или принцип максимума апостериорной вероятности, при помощи которого определяется расстояние между анализируемыми объектами. При применении критерия в

соответствии с принципом Оккама<sup>7</sup> лучшей считается модель, в достаточной мере полно описывающая данные с наименьшим количеством параметров. Однако Критерий Кульбака — Лейблера<sup>8</sup> тесно связан с байесовским информационным критерием<sup>9</sup>, но в отличие от него содержит функцию штрафа, линейно зависящую от числа параметров [71]. Как показывают наши исследования, при определении параметров моделей, построенных при идентификации с помощью производственной функции, наибольшая точность достигается с помощью двух-трех факторных моделей.

Оценка плотности распределения с длинными хвостами и по рекуррентной оценке параметров динамических систем на основе теоретико-вероятностного подхода получила развитие в исследованиях [58, 96].

Проблемы идентификации систем с применением пробных воздействий в контуре управления посвящены как общим принципам активной идентификации, так и решению с помощью метода тестовых сигналов конкретных практических задач. Простые по структуре тестовые сигналы — аperiodические и квазипериодические, позволяющие с помощью разработанных методов и алгоритмов выбрать структуру и оценить параметры линейной модели объекта [64, 74, 88]. Способ активной идентификации промышленных объектов в действующих системах управления, в которых

---

<sup>7</sup> Принцип (Англ. Razer Occam's), согласно которому в экономических моделях следует стремиться к минимуму допущений.

<sup>8</sup> Критерий Кульбака — Лейблера — в теории информации мера того, насколько далеки друг от друга два вероятностных дискретных распределения.  $E = \sum_k \left[ d_k \log \frac{d_k}{y_k} + (1 - d_k) \log \frac{1 - d_k}{1 - y_k} \right]$ , где  $d$  - желаемая величина выхода;  $y$ -реально полученная величина. Минимизация  $E$  осуществляется с помощью градиентных методов Электронный ресурс: <http://aboutforex.biz/neiro8.html> Дата обращения 01.06.2013.

<sup>9</sup> Bayesian information criterion — BIC) предложен Шварцем в 1978 г., поэтому часто он называется также критерием Шварца (Schwarz criterion — SC). Разработан исходя из байесовского подхода и является наиболее часто используемой модификацией  $AIC$   $BIC = SC = k \ln n - 2l$ ; где  $l$  — значение логарифмической функции правдоподобия построенной модели;  $k$  — количество использованных (оцененных) параметров. Как видно из формулы, данный критерий налагает больший штраф на увеличение количества параметров по сравнению с  $AIC$ , так как  $\ln n$  больше 2 уже при количестве 8 наблюдений. Чем меньше значение критерия, тем лучше модель. Электронный ресурс: [http://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian\\_information\\_criterion](http://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian_information_criterion). Дата обращения 01.06.2013

компенсация тестовых воздействий, вызывающих нарушение нормальной работы объекта, осуществляется на основе регулирования по идентифицированным каналам, весьма перспективен в системах автодорожного комплекса [55].

Проблемы структурной идентификации также стали предметом детальных исследований. Например, на основе заданного семейства математических уравнений, параметризованных скалярным или векторным параметрами, выбираются значения параметра по априорной информации и апостериорным измерениям. Использование аппарата нечетких множеств на этапе апостериорного измерения параметров автомобильных дорог позволяет существенно расширить возможности структурной идентификации.

Традиционная для теории параметрической идентификации схема решения этой проблемы включает:

процесс конструирования математической постановки, в которой проблема выбора истолковывается как задача оценивания неизвестного неслучайного параметра;

процесс решения постановки на основе аппарата теории;

вычисление значения параметра с помощью разработанного алгоритма оценивания, использующего в качестве исходных данных имеющиеся апостериорные измерения.

При практическом использовании изложенной схемы возникает необходимость поиска однозначного прикладной задаче исходного семейства математических уравнений. Особенно перспективно в этой связи использование аппарата производственной функции. В классической теории идентификации данная задача называется *структурной идентификацией*, но в настоящее время отсутствует общепризнанная методология ее решения. Причина, вероятно, заключается в том, что в среде специалистов существует два разных дисциплинарных. На *концептуальном уровне* специалисты сходятся во мнении, что интуиция и жизненный опыт лица, принимающего решения



(ЛПР), играют существенную роль в процессе структурной идентификации. Их позиции могут быть существенно укреплены использованием вербальных показателей, установленных с помощью нечетких множеств. На *уровне конкретного теоретического исследования* основные интеллектуальные усилия направлены на структуризацию и абсолютную формализацию данного процесса. Допускается, что ЛПР исполняет роль конструктора, который определяет тип алгоритма обработки до начала структурной идентификации. В рамках математического подхода к решению задач идентификации в управлении наиболее важными считаются теоретические исследования по разработке алгоритмов генерации и перебора структур, выбора и оценки качества «наилучшей» структуры. Внутренний конфликт между разными образами структурной идентификации является важным фактором постановки и решения новых теоретических задач, предметом дискуссий [26]. Однако это не следует воспринимать как недостаток классического направления теории структурной идентификации. Разработки данного направления имеют большое значение для решения актуальных практических задач автодорожного комплекса.

Благодаря значительному математическому заделу, созданному в рамках классического направления, имеется реальная возможность разработать неклассическую концепцию структурной идентификации [3, 30, 42, 61, 84, 74, 82]. Для выбора наиболее простой структуры взаимодействия двух случайных переменных, адекватной наблюдениям, предлагается процедура последовательной проверки статистических гипотез о коэффициентах разложения ковариационной матрицы по базису матричной алгебры [84]. Статистика критериев гипотез выбирается в классе инвариантных функций. Выбор «наилучшего» класса моделей ковариаций осуществляется из заданного авторами семейства вложенных друг в друга классов с постоянным убыванием сложности. Идентификация понимается значительно шире, чем построение математической модели физического

объекта по априорной информации и апостериорным измерениям. Основой данной позиции, как правило, принимается общее определение: «идентификация» — уподобление, установление равнозначности, тождества каких либо предметов на основе тех или иных признаков. Учет универсального определения представляется существенным, но не определяющим смысл действием. Принципиально важно решение задачи определения основных понятий теории управления используемых для его конкретизации..

Смысл структурной идентификации разъясняется с помощью понятий «прикладная задача», «адекватная постановка прикладной задачи», «познавательная деятельность ЛПР». Система основных понятий необычна для традиционной теории идентификации, что свидетельствует о неклассическом понимании структурной идентификации. Согласно новому подходу:

структурная идентификация — это установление равнозначности, тождества конкретной прикладной задачи и адекватной постановки прикладной задачи на основе познавательной деятельности ЛПР;

идентификация включает структурной этап, но не заканчивается им; ее задача значительно шире, она является важным каналом связи формальных основ теории управления и конкретной прикладной задачи;

решение практической для теории управления задачи состоит из этапов конструирования адекватной постановки прикладной задачи структурной идентификации. Решения прикладной задачи при заданной адекватной постановке — это этап познавательной деятельности с интуитивно ясными и отчетливо распознаваемыми началом и окончанием [71].

Неклассическому направлению посвящены работы [26, 27], а также [9, 67] — развитию структурной идентификации на основе интегративно-

функционального<sup>10</sup> подхода. В данном случае основное внимание уделяется начальному этапу структурной идентификации т. е. процессу конструирования содержательной постановки прикладной задачи. Проблемы управления организационными и социально-экономическими системами рассматриваются в рамках следующих направлений:

структурная и параметрическая идентификация социально-экономических систем и процессов и разработка автоматизированных информационных систем, использующих формальные модели поддержки принятия управленческих решений. Такие работы свидетельствуют о том, что данная проблематика чрезвычайно актуальна как с точки зрения необходимости развития соответствующих теоретических направлений, так и с точки зрения повышения эффективности решений, принимаемых в современных условиях в реальных финансовых, производственных и других системах;

решение задач идентификации и управления для различных классов моделей социально-экономических систем и процессов. Анализ работ по данной тематике позволяет констатировать специфику активных систем как объектов идентификации и управления, существование единых методологических подходов к исследованию проблем идентификации и управления, а также как в пассивных, так и в активных системах. По данному научному направлению актуальной представляется задача синтеза процедур идентификации активных систем, позволяющих корректно использовать на практике результаты теоретических исследований механизмов управления [26].

Существенное внимание уделяется анализу результатов экспериментальных исследований и цифрового моделирования с выбором структуры и параметров модели, оценкам ожидаемого и реально достигнутого повышения качества регулирования. Работы по теории адаптивных систем можно разделить на три группы: системы с эталонной

---

<sup>10</sup> Один из приемов системного подхода к управлению - объединение структурных и функциональных средств и методов управления.

моделью, системы с идентификатором, в котором идентификация используется также для целей диагностики и методы конечно-частотной идентификации [26, 7, 22, 31, 40, 41, 62, 60, 81, 90, 92, 104, 107]. Имеются достаточно серьезные результаты по алгебраическим критериям адаптируемости, распространяющиеся на важный класс нелинейных многосвязных систем, описываемых оператором Гаммерштейна<sup>11</sup> [100]. Разработан асимптотически эффективный рекуррентный алгоритм адаптивного управления нелинейным стохастическим объектом для класса функций Гельдера<sup>12</sup> неизвестной гладкости на основе идентификационного подхода с применением оптимальной адаптивной процедуры непараметрического оценивания [99].

Существенный интерес для развития теории представляет решение проблем реальной идентификации в медико-биологических системах. На наш взгляд, эти исследования могут получить широкое применение при развитии теории внедрения научно-технических достижений в производство. Такие исследования могут быть разделены на две группы. К первой группе относятся работы, в которых на основе известных медико-биологических представлений конструируются математические модели физиологических, биохимических и других биологических процессов [2, 11, 29, 43, 57]. Вторая

---

<sup>11</sup> Оператор Гаммерштейна к настоящему времени используется только в системах обработки одномерной информации: 1) имеет простую структуру по сравнению с другими операторами, для его реализации требуется существенно меньших вычислительных затрат и априорных сведений; 2) для отыскания ядер оператора допустимо введение критерия в виде среднеквадратической ошибки фильтрации. Такой критерий обуславливает существование ядер оператора Гаммерштейна; 3) процесс на выходе оператора Гаммерштейна, содержащий информацию о параметрах контролируемой системой обстановки, будет несмещенным и эффективным, а следовательно, является достаточной статистикой. Электронный ресурс: Соломаха Г.М. Математические методы и алгоритмы нелинейной фильтрации и оценивания в системах обработки информации. <http://rudocs.exdat.com/docs/index-50990.html>. Дата обращения 01.06.2013.

<sup>12</sup> Например, неравенство, в котором приращение функции оценивается через приращение её аргумента. Функция  $f(x)$ , определенная в области  $E$   $n$ -мерного евклидова пространства, удовлетворяет в точке  $y \in E$  Гельдера условие с показателем  $\alpha$  (порядка  $\alpha$ ), где  $0 < \alpha \leq 1$ , и коэффициентом  $(y)$ , если  $|f(x) - f(y)| \leq A(y)|x - y|^\alpha$ . Электронный ресурс: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_mathematics](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_mathematics). Дата обращения 01.06.2013.

группа — работы, нацеленные на выявление базисных основ медико-биологических систем [80, 67], в которых излагается общая методология идентификации биомеханических систем.

Исходным пунктом методологии является иерархически организованное многомерное конфигурационное пространство произвольных движений. Конечная цель идентификации — нейрофизиологическая модель мозга, позволяющая рационально объяснить событийную логику управления движением.

Данная задача решается построением теоретически и экспериментально обоснованной базисной системы биоинвариантов. Проблемы и особенности идентификации и моделирования клеточного метаболизма, идентификации и управления процессом развития вторичных иммунодефицитных состояний предлагается решать на основе системной модели процесса развития [23, 77]. На наш взгляд, этот подход представляет особый интерес с позиций исследования влияния человеческого фактора на процесс принятия решений, в частности, при определении реакции отторжения решений, связанных с существенными изменениями в организационно-экономической системе.

Дисперсионные методы получили активное развитие для идентификации нелинейных объектов, построения их моделей по результатам наблюдений за входными и выходными сигналами. Эти методы основаны на дисперсионных характеристиках случайных функций и нашли применение при решении широкого круга задач. Дисперсионные методы существенно расширяют возможности идентификации статических и динамических нелинейных объектов и применяются как при определении структуры модели, так и при оценке ее параметров.

## **1.2. Моделирование управления в организационных системах с учетом человеческого фактора на основе теории подобия**

Чрезвычайно актуальной задачей управления является изучение и обобщение результатов деятельности успешных социально-экономических систем с целью выявления механизма, позволяющего повысить эффективность функционирования систем менее успешных. Совершенствование управления социально-экономическими системами на основе идентификации параметров позволяет прогнозировать эффективность их функционирования, основываясь на ретроспективной информации. Необходима достаточно точная количественная оценка эффективности реализации того или иного проекта деятельности коллектива, базирующуюся на обоснованной системе показателей. Для ее решения необходима информация, связанная как с затратами на приведение объекта в планируемое состояние, так и с результатами приведения его в это состояние.

Получение такой информации целесообразно на основе использования теории подобия, когда единичный объект выделяется из группы объектов, подчиняющихся одному и тому же уравнению связи, присоединением к нему условий однозначности. Существующие трудовые коллективы подобны, если входящие в условия однозначности величины однозначны. Реально существующие объекты должны иметь одинаковые критерии, в том числе и составленные из однозначных величин[18, 4].

В общем случае параметры исследуемых объектов представляют собой случайные величины. Для эффективной реализации выводов, сделанных на основании теории подобия, очень важно оценить полученные параметры с вероятностных позиций. Принципы подобия в стохастическом смысле основаны на том, что сравниваемые параметры являются случайными величинами, а критерии подобия — функциями этих случайных величин. Это значит, что стохастический процесс рассматривается как семейство

случайных величин, определяемых одним параметром, зависящим от случая, вероятность течения которого является неопределенной.

Например, имеется соотношение критериев подобия вида

$$\rho_i = \rho_1 \wedge \rho_2 \wedge \dots \wedge \rho_m, \quad (1.1)$$

где  $\rho_i = \frac{x_{1i}}{x_{2i}}$ ,  $i = \overline{1, m}$  — статистики критериев, сформированные для

каждой группы одноименных параметров;  $\{x_{1i}\}$  — параметры системы оригинала (изучаемого объекта);  $\{x_{2i}\}$  — параметры модели (существующий объект, на котором ранее выполнены работы по совершенствованию организационной системы — образец или база). Системы подобны если

$$\rho_i = \rho_1 \wedge \rho_2 \wedge \dots \wedge \rho_m = 1.$$

Однако в стохастической постановке считается, что две системы подобны, если функции распределения параметров, характеризующих эти системы, равны, а статистика критерия подобия находится в пределах верхней и нижней границ доверительного интервала.

Рассмотрим в качестве примера два предприятия как элементарные социально-экономические системы. Определяющими параметрами являются, например, стоимость мероприятий по совершенствованию организации системы, количественные характеристики деятельности предприятия после реализации мероприятий, качественные характеристики и др. Тогда для получения численного значения статистик критерия подобия случайные параметры  $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1m}$  имеют плотность распределения  $f_{1i}(x_{1i})$ , соответственно параметры  $x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2m}$  имеют плотность  $f_{2i}(x_{2i})$ .

Для определения численного значения статистики критерия  $\rho$  при проверке статистических гипотез справедливость нулевой гипотезы  $H_0$ , состоит в том, что  $f_{1i}(x_{1i}) = f_{2i}(x_{2i})$  справедливо для всех одноименных параметров. Тогда по известным плотностям распределения случайных

величин  $x_{1i}$  и  $x_{2i}$  требуется перейти к плотности распределения  $\rho$ , а затем вычислить выборочные значения статистики  $\hat{\rho} \in [\rho_n, \rho_b]$ , где  $\rho_n$  и  $\rho_b$  — соответственно нижняя и верхняя границы доверительного интервала для критерия подобия.

Пусть каждый объект характеризуется некоторым числом параметров  $x_i, i = \overline{1, m}$ .

Тогда формула (1.1) примет вид:

$$\rho = \rho_1 \wedge \rho_2 \wedge \dots \wedge \rho_m = \frac{x_{11}}{x_{21}} \wedge \frac{x_{12}}{x_{22}} \wedge \dots \wedge \frac{x_{1m}}{x_{2m}}.$$

Сравниваются параметры одного типа: например, количество членов коллектива базового и планируемого для совершенствования организационной системы, их качественные характеристики, виды работ и др. Тогда множество  $\rho_i$  представляет собой набор независимых случайных величин, а объекты находятся в отношении подобия, если они подобны по определяющим параметрам. Далее задача сводится к определению доверительного интервала по каждому критерию подобия  $\rho_i$  с одним и тем же уровнем значимости. Когда интервалы найдены и для каждого критерия подобия выполняются условия  $\hat{\rho} \in [\rho_n, \rho_b]$ , то объекты считаются подобными. При наличии хотя бы одного критерия, не удовлетворяющего сформулированным требованиям, объекты не могут считаться подобными.

Размерность задачи, требующей анализа с использованием аппарата случайных функций, может быть существенно снижена за счет уточнения характера параметров. Например, количество членов коллектива может иметь детерминированный характер, поэтому при анализе подобия по этому параметру решение будет заключаться в делении количества членов коллектива оригинала на количество моделируемого объекта.



Методика определения плотности распределения величины  $\rho$  заключается в следующем [4]. Если  $\hat{\rho}_i = \frac{x_{1i}}{x_{2i}}$  — выборочное значение статистики критерия, определенное по результатам исследования оригинала и объекта, тогда  $F_{\rho_i}(k)$  есть функция распределения величины  $\rho_i$ . Без подстрочного индекса  $\rho$  функция распределения примет вид:

$$F_{\rho_i}(k) = P(\rho \leq k) = P\left(\frac{x_1}{x_2} \leq k\right).$$

Учитывая, что  $x_1$  и  $x_2$  — независимые величины, их совместная плотность распределения является произведением их плотностей. Как известно из [46], вероятность соотношения  $\frac{x_1}{x_2} \leq k$  выражается интегралом от совместной плотности по области, определенной неравенствами  $x_2 > 0$ ,  $x_1 \leq x_2 k$ .

$$F_{\rho}(k) = \iint_{\substack{x_2 > 0 \\ x_1 \leq x_2 k}} f_1(y)f_2(z) dydz. \quad (1.2)$$

Учитывая, что функция  $F_{\rho}(k)$  дифференцируема, следовательно, существует плотность  $f_{\rho}(k)$ . Отсюда доверительные границы определяются из

$$\int_{\rho_b}^{\rho_n} f_{\rho}\left(\frac{k}{H_0}\right) dk = \alpha; \quad \int_{\rho_b}^{\infty} f_{\rho}\left(\frac{k}{H_0}\right) dk = \alpha, \quad (1.3)$$

где  $\alpha$  — уровень значимости. Границы доверительного интервала  $\rho_n \rho_b$  являются неизвестными величинами. Для определения приближенных границ доверительного интервала  $\rho_n \rho_b$  вычисляется математическое ожидание:

$$m_p \int_{\Omega_p} f_p k(k) dk,$$

где  $\Omega_p$  — область определения  $p$ . В общем случае  $\Omega_p = [0, \infty]$ .

После чего определяется среднее квадратическое отклонение статистики критерия подобия из зависимости

$$\sigma_p^2 \int_{\Omega_p} k^2 f_p(k) dk - m_p^2.$$

В случае справедливости нулевой гипотезы  $H_0$ , когда  $f_{1i}(x_{1i}) = f_{2i}(x_{2i})$  справедливо для всех одноименных параметров образца и моделируемого объекта, на котором планируются мероприятия по совершенствованию организационной системы, должны выполняться соотношения  $m_1 = m_2$ ;  $s_1 = s_2$ , тогда условная плотность распределения статистики критерия будет иметь вид

$$f_p^N(u/H_0) = \frac{1}{2\pi} \exp\left(-\frac{r^2(u-1)^2}{2(u^2/k + 1/n)}\right) \times$$

$$\times \left\{ \frac{\sqrt{\pi r}}{2(u^2/k + 1/n)} \frac{u^2/k + 1/n}{u^2/k + 1/n} \left[ 1 + \Phi\left[\frac{r\sqrt{nk}(u/k + 1/n)}{2(u^2/k + 1/n)}\right] \right] + \right. \quad (1.4)$$

$$\left. + \frac{1}{\sqrt{nk}(u^2/k + 1/n)} \exp\left[-\left(\frac{r\sqrt{nk}(u/k + 1/n)}{\sqrt{2(u^2/k + 1/n)}}\right)^2\right] \right\},$$

где  $r = m/s$ .

При вычисленных значениях распределения плотности критерия подобия между образцом и моделируемым объектом, на котором планируются мероприятия по совершенствованию организационной системы, вычисляются границы доверительного интервала, для чего следует подставить выражение

(1.4) в (1.3) и решить уравнения относительно верхней и нижней границ доверительного интервала.

Рассмотрим пример. Пусть уравнение связи модели имеет вид:

$$y_m = C_m x_{1m}^{\alpha_1} x_{2m}^{\alpha_2} x_{3m}^{\alpha_3} = \left( \sqrt[3]{C_m} x_{1m}^{\alpha_1} \right) \left( \sqrt[3]{C_m} x_{2m}^{\alpha_2} \right) \left( \sqrt[3]{C_m} x_{3m}^{\alpha_3} \right), \quad (1.5)$$

где  $x_{im}$ ,  $\alpha_i (i = \overline{1, 3})$  — соответственно параметры уравнения связи и показатели, характеризующие вклад принятых к рассмотрению параметров;  $C_m$  — коэффициент, характеризующий параметры, не учтенные моделью.

Определим максимальную ошибку уравнения связи модели  $\varepsilon_m$ :

$$\varepsilon_m = \max_i \Delta y = \left( y_{\phi i} - y_{mi} \right),$$

где  $y_{mi}$  получается из (1.5) при соответствующих значениях  $x_{1m}$ ,  $x_{2m}$ ,  $x_{3m}$  (находятся в статистической таблице в строке для  $\varepsilon_m$ ).

Примем, что вклад каждого множителя уравнения связи (1.5) в ошибку  $\varepsilon$  зависит от величин  $x_{im}$  и  $\alpha_i$ , что очевидно.

Обозначим долю каждого фактора  $x_i (i = \overline{1, 3})$  в формировании  $\varepsilon_m$  через  $\beta_i (i = \overline{1, 3})$ , где  $\beta_i = \beta_i (x_{im}, \alpha_i)$ , т. е.

$$\beta_i = \frac{\sqrt[3]{C_m} x_{1m}^{\alpha_1}}{\sqrt[3]{C_m} x_{1m}^{\alpha_1} + \sqrt[3]{C_m} x_{2m}^{\alpha_2} + \sqrt[3]{C_m} x_{3m}^{\alpha_3}} = \frac{x_{1m}^{\alpha_1}}{x_{1m}^{\alpha_1} + x_{2m}^{\alpha_2} + x_{3m}^{\alpha_3}} = \frac{x_{1m}^{\alpha_1}}{\sum_{j=1}^3 x_{jm}^{\alpha_j}}.$$

Аналогично:

$$\beta_2 = \frac{x_{2m}^{\alpha_2}}{\sum_{j=1}^3 x_{jm}^{\alpha_j}}; \beta_3 = \frac{x_{3m}^{\alpha_3}}{\sum_{j=1}^3 x_{jm}^{\alpha_j}}. \quad (1.6)$$

Пусть  $\gamma_{im} = \gamma_{im} \left( \beta_i x_{jm}^{\alpha_j} \right)$  — абсолютная величина вклада  $i$ -го параметра связи в  $\varepsilon$ . Отсюда следует, что

$$\varepsilon_m = \sum_{i=1}^3 \gamma_{im} = \gamma_{1m} + \gamma_{2m} + \gamma_{3m} = \beta_1 \varepsilon + \beta_2 \varepsilon + \beta_3 \varepsilon = \varepsilon \sum_{i=1}^3 \beta_i \left( \text{т. к. } \sum_{i=1}^3 \beta_i = 1 \right).$$

Пусть коэффициенты подобия:  $K_{xi} \ (i = \overline{1, 3})$ .

Коэффициент  $c_n$  уравнения связи исследуемого объекта:  $c_n = c_m k_{x_1}^{\alpha_1} k_{x_2}^{\alpha_2} k_{x_3}^{\alpha_3}$ , т. к. все подобные объекты должны характеризоваться одной и той же матрицей геометрических, экономических и физических параметров, например, количеством членов коллектива  $X_1$ , качественными характеристиками  $X_2$ , характер деятельности  $X_3$ , затратами на мотивационные мероприятия  $Y$ , т. е. строкой  $(Y, X_1, X_2, X_3)$ .

$$\text{Отсюда: } \frac{c_n}{c_m} = k_{x_1}^{\alpha_1} k_{x_2}^{\alpha_2} k_{x_3}^{\alpha_3}.$$

Абсолютная величина максимальной ошибки уравнения связи для последнего объекта будет определяться выражением (используем формулы (1.6)):

$$\varepsilon_{n, \max} = \varepsilon_{m, \max} \sqrt[3]{k_{x_1}^{\alpha_1} k_{x_2}^{\alpha_2} k_{x_3}^{\alpha_3}}. \quad (1.7)$$

Пусть  $\varepsilon_{m, \max} = \max_i (y_{\phi i} - y_{mi}) = 10$  (у. е.);

$$k_{x_1} = 1,1; k_{x_2} = 44; k_{x_3} = 1,5; \alpha_1 = 1,2; \alpha_2 = 0,9; \alpha_3 = 1,$$

тогда для исследуемой модели: (по формуле (1.7)):

$$\varepsilon_{n, \max} = 10 \sqrt[3]{1,1^{1,2} \cdot 4^{0,9} \cdot 1,5^1} = 10 \sqrt[3]{5,8} = 10 \cdot 1,8 = 18,1 \text{ (у. е.)}.$$

С учетом максимальной ошибки, уравнение связи для исследуемого объекта и модели примет вид:

$$y_m = c_m \prod_{j=1}^3 x_{jm}^{\alpha_j} + \varepsilon_{m, \max};$$

$$y_n = \prod_{i=1}^3 k_{x_i}^{\alpha_i} c_m \prod_{j=1}^3 x_{jm}^{\alpha_j} + \varepsilon_{m, \max} \sqrt[3]{k_{x_1}^{\alpha_1} k_{x_2}^{\alpha_2} k_{x_3}^{\alpha_3}}. \quad (1.8)$$

Следует отметить, что значение  $y_m$  и  $y_n$ , полученные по формулам (1.8), являются максимально возможными, что позволяет, исследуя модель, указать предельные значения  $y_n$ , а это, на наш взгляд, является залогом точности решения задачи определения затрат на совершенствование организационной системы.

### **1.3. Прогнозирование точности расчетных параметров производственной функции при решении задач идентификации**

Идентификация в настоящее время является обязательным элементом и наиболее сложным этапом процесса решения стратегических и прикладных задач управления. Оперативное и однозначное решение проблем идентификации создает предпосылки для эффективного практического использования математических методов и сложных наукоемких технологий. Поэтому разработка методов и алгоритмов идентификации приобретает сейчас исключительно важное значение для науки и практики.

Развитие теории идентификации в неклассическом направлении, основанное на признании решающей роли человеческого фактора в процессе структурной идентификации, имеет исключительно важное значение для решения прикладных задач, в частности, автодорожного комплекса. Неклассическая концепция структурной идентификации ориентирует исследователей на разработку методов формализации процесса перехода от содержательной постановки прикладной задачи к ее однозначному математическому аналогу на основе постановки и решения математических задач предварительного выбора [71]. Относительно новой технологией управления, реализующей алгоритм идентификации и получившей в

последнее время широкое распространение в мировой практике, становится бенчмаркинг. Бенчмаркинг (метод эталонного сравнения) — особая управленческая процедура, которая состоит в том, что в практику работы организации внедряются технологии, стандарты и методы работы лучших организаций-аналогов. В процессе бенчмаркинга осуществляется поиск организаций (предприятий), которые показывают наивысшую эффективность, обучение их методам работы и реализация передовых методов в собственных условиях. В процессе бенчмаркинга анализируется практика лучших организаций, ищется ответ на вопрос, что, как и почему делают лидеры в процессе удовлетворения потребностей потребителей и клиентов [50].

На наш взгляд, бенчмаркинг несет в себе основные принципы социалистического соревнования, которое осуществлялось в нашей стране в недавнем прошлом. Достаточно привести цитату из [50] в которой автор пытается обосновать принципиальное отличие бенчмаркинга от соцсоревнования: «Первое отличие: соцсоревнование, как правило, навязывало лучшие образцы сверху, а бенчмаркинг проводится на инициативной основе». Это заявление не соответствует действительному положению. Создается впечатление, что при использовании технологии бенчмаркинга исполнители ищут, что бы такого лучшего позаимствовать. На самом деле занимается поиском руководитель (собственник) фирмы либо по его заданию — какой-либо исполнитель. После того как установлены параметры этого лучшего, руководитель (собственник) «навязывает» освоение лучшего образца или технологии, или услуги. Как научно установленный факт следует отметить, что «рассматривая предприятие как систему, характеризуемую некоторой степенью организованности, следует отметить, что условием ее существования, является степень устойчивости к воздействиям, которым она постоянно подвергается» [24]. В. П. Ворожцов, А. А. Копытов, рассматривают три вида устойчивости системы: объективная устойчивость,

детерминированная непосредственными закономерностями развития системы, структурными взаимосвязями и характером функционирования подсистемы; организационно-институциональная устойчивость, основанная на определенных принципах управления системой; социально-психологическая устойчивость, которая является производной и способна оказывать самостоятельное, иногда весьма существенное воздействие на процессы восприятия и внедрения инноваций [85]. «Внедрение нововведений в определенной мере возмущает подвижное равновесие в системе и естественно предположить, что возникает реакция, стремящаяся сохранить параметры в определенных, допустимых для соответствующей системы границах» [24]. Поэтому более детального рассмотрения требует проблема внедрения новшеств, в которой главенствующую роль играет человеческий фактор. Проблема отторжения новшеств многогранна. Здесь и физические факторы, обуславливающие увеличение количества работы, и материальные, моральные, психологические, связанные с перестройкой отношений и связей.

Справедливости ради следует отметить, что бенчмаркинг по сравнению с соцсоревнованием получил более широкое и глубокое научное обоснование, включая математическое моделирование. Однако применение математического аппарата в этом процессе ограничено или несистемно. Ввиду этого исключительное значение для науки и практики имеют исследования, связанные с моделированием процесса идентификации в организационных системах.

Решение задач управления социальными и экономическими системами на основе многофакторного корреляционно-регрессионного анализа как инструмента однозначного математического аналога неизбежно приводит к необходимости оценить точность прогнозируемых параметров [10, 101, 21]. Несмотря на достаточно широкое распространение этого анализа, задача прогнозирования оценки точности искомых параметров не получила положительного решения. Для исследования многофакторной

корреляционной связи между многими величинами в процессе идентификации при реализации технологии бенчмаркинга, на наш взгляд, наиболее эффективно применение производственной функции вида [86]:

$$y = c_0 \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i}, \quad (1.9)$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $y$  — расчетный индекс (например, объем продукции, объем работ и др. в натурально-вещественном или стоимостном выражении;  $c_0$  — коэффициент нейтральной эффективности (характеризует совокупное влияние факторов, не учтенных моделью);  $x_i, i = \overline{1, n}$  — факторы, влияющие на  $y$  (в натурально-вещественном или стоимостном выражении), характеризующие параметры эталонного сравнения при реализации технологии бенчмаркинга;  $\alpha_i, i = \overline{1, n}$  — «веса»-коэффициенты эластичности факторов  $x_i$  (характеризуют вклад  $x_i$  в  $y$ ).

Функция (1.9) определяет некоторую гиперповерхность в  $R^{(n+1)}$ .

Два объекта идентификации, имеющие различные результаты деятельности  $y_1$  и  $y_2$  при реализации технологии бенчмаркинга могут быть описаны:

$$y_1 = c_0 \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i}; \quad y_2 = c_0 \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i}.$$

Тогда  $c_0$  и  $\alpha_i$  будут характеризовать вклад используемых факторов в результат деятельности системы, что позволит однозначно идентифицировать параметры этих систем. В качестве примера рассмотрим ПФ двух организационно-хозяйственных систем:

$$Y_1 = 2.231x_1^{1.123}x_2^{0.934}x_3^{0.567};$$

$$Y_2 = 1.037x_1^{0.672}x_2^{0.785}x_3^{0.467},$$

где  $x_1$  - основные средства;  $x_2$  - оборотные средства;  $x_3$  - затраты труда.

Допустим, что у этих систем абсолютно одинаковые объемы ресурсов.



Однако коэффициенты эластичности у первой больше чем у второй. Это свидетельствует о том, что ресурсы у первой используются более интенсивно, чем у второй. Кроме этого, влияние факторов не учтенных моделью  $-C_0$ , у первой организационно-хозяйственной системы в два с лишним раза больше чем во второй ( $2,231 > 1,037$ ). В конечном итоге получим  $Y_1 > Y_2$ . Подчеркнем, - при совершенно одинаковых объемах затраченных ресурсов.

Как известно, вычисление величин  $c_0$  и  $\alpha_i$  значительно упрощается, если произвести замену переменной следующим образом:

$$\lg y = \lg c_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \lg x_i. \quad (1.9^*)$$

$$\text{Если } \begin{cases} y := \lg y \\ c_0 := \lg c_0, \\ x_i := \lg x_i. \end{cases} \text{ тогда (1.9*) примет вид:}$$

$$y = c_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i. \quad (1.10)$$

Функция (1.10) линейная относительно  $x_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ . Исходный статистический материал (после предварительного логарифмирования) может быть представлен матрицами:

$$x = \begin{Bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N1} & x_{N2} & \dots & x_{Nn} \end{Bmatrix}; y = \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_N \end{Bmatrix}, \quad (1.11)$$

где  $x$  и  $y$  — матрица независимых переменных и матрица результатов деятельности;  $N$  — объем выборки.

Обозначим:

$$x^T = \begin{Bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nn} \end{Bmatrix}; B = \begin{Bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_N \end{Bmatrix}, \quad (1.12)$$

где  $B$  — матрица коэффициентов линейного уравнения регрессии между нормированными переменными:

$$\hat{y} = b_1 x_1^0 + b_2 x_2^0 + \dots + b_n x_n^0. \quad (1.12^*)$$

Перейдем от натурального масштаба к новому, проведя нормировку всех значений случайных величин по формулам:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}; S_{X_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{ji} - \bar{X}_j)^2}{n-1}},$$

где  $S_y, S_{X_j}$  — среднеквадратические отклонения,  $i = 1, 2 \dots n; j = 1, 2 \dots N$ .

В уравнении (1.12\*) свободный член отсутствует. Коэффициенты уравнения (1.12\*) находятся из условия:

$$S_y = \sum_{j=1}^N (y_j^0 - \hat{y}_j^0)^2 \rightarrow \min,$$

где  $S$  — сумма квадратов разностей нормированных значений  $y$ .

Условия минимума функции  $S$  имеют вид:

$$\frac{dS}{db_1} = 0; \frac{dS}{db_2} = 0; \dots; \frac{dS}{db_n} = 0.$$

Система нормальных уравнений для определения элементов матрицы  $B$  имеет вид:



Тогда исходный статистический материал будет представлен системой

$$\{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}, y_j\}; j=1, 2, \dots, N.$$

В новом масштабе имеем:

$$\bar{x}_j^0 = 0; \bar{y}^0 = 0; S_{xj}^0 = 1; S_{yj}^0 = 1.$$

Коэффициенты взаимной корреляции при этом рассчитываются так:

$$r_{y^0 x_j^0} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^N y_i^0 x_{ji}^0; \quad (1.17)$$

$$r_{x_l^0 x_m^0} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^N x_{li}^0 x_{mi}^0. \quad (1.18)$$

Следует заметить, что рассчитанные таким образом коэффициенты взаимной корреляции равны соответствующим коэффициентам для величин, выраженных в натуральном масштабе.

Для оценки точности параметров процесса идентификации необходимо апостериорно определиться с однозначным математическим аналогом на основе постановки и решения математических задач предварительного выбора. В качестве математического аналога идентифицируемых систем предлагается использовать производственную функцию, что позволяет однозначно определиться с оценкой влияния факторов на результат функционирования сравниваемых систем при реализации технологии бенчмаркинга.

#### **1.4. Анализ реализации управления в организационных системах во времени**

При реализации управления на основе идентификации факторов очень важно знать характер функции  $x_1(t)$ ;  $x_2(t)$ ;  $x_3(t)$ , задающей параметрическую кривую реального управления в фазовом пространстве управлений.

Рассмотрим известную формулу (1.9)  $y = c_0 \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i}$  — производственную функцию. Линеаризуя ее получим:

$$z = \lg c_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i U_i,$$

где

$$z = \lg y; U_i = \lg x_i, i = \overline{1, n}.$$

Выбирая соответствующие постоянные интегрирования, получим для оптимальной траектории в условиях, характеризующих реальное потребление ресурсов, описываемых статистической информацией в ПФ [13]:

$$nU_j - \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n \frac{\alpha_j}{\alpha_i} U_i = 0,$$

где  $U_j$  — один из производственных факторов или в «реальных» факторах:

$$x_j^{(0)} \left( \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n x_i^{\frac{\alpha_j}{\alpha_i}} \right)^{\frac{1}{n}} = \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n x_i^{\frac{\alpha_j}{n\alpha_i}}. \quad (1.19)$$

Заметим, что  $x_j^{(0)}$  есть функция аргумента  $t$  (времени).

Пусть реальное управление (освоение производственных факторов) задано уравнением  $x_j \equiv x_j(t)$  (ясно, что все  $x_j, j = \overline{1, n}$  связаны через параметр  $t$ ).

Тогда качество управления естественно рассматривать как меру отклонения  $x_j$  от  $x_j^{(0)}$  в пространстве  $L_2(t_0; t_1)$ , т. е. ввести  $\rho$  как совокупную характеристику качества управления следующим образом:

$$\rho(x_j^{(0)}, x_j) \equiv \rho = \left[ \int_{t_0}^{t_1} (x_j^{(0)}, x_j)^2 dt \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (1.20)$$

Исходя из экономического смысла  $x_j^{(0)}$  и  $x_j$  непрерывности функции, получим:

$$\int_{t_0}^{t_1} (x_j^{(0)}) dt < \infty, \quad \int_{t_0}^{t_1} (x_j^2) dt < \infty,$$

т. е. функция  $(x_j^{(0)} - x_j)$  — интегрируема в конечном смысле на отрезке  $[t_0; t_1]$ .

Аксиомы метрики, заданной формулой (1.19) выполняются очевидным образом:

$$\rho(x_j, x_j) = 0;$$

$$\rho(x_j^{(0)}, x_j^{(1)}) = \rho(x_j^{(1)}, x_j^{(0)});$$

$$\rho(x_j, x_j) = \rho(x_j^{(1)}, x_j^{(3)}) + \rho(x_j^{(2)}, x_j^{(3)}).$$

Следовательно, пространство управлений является метрическим с метрикой (1.20). Величину  $\rho(x_j^{(0)}, x_j)$  принимаем за характеристику качества управления  $x_j$ . Как указано ранее, внедрение рассматривается как воздействие, изменяющее  $\{x_i\} i = \overline{1, n}$  на  $\{dx_i\} i = \overline{1, n}$ , т. е. как появление в системе вектора  $\{x_i + dx_i\} i = \overline{1, n}$ . Теоретический максимальный отклик  $y_0$  на вектор  $\{dx_i\} i = \overline{1, n}$  определяется из (1.9) с учетом соотношения:

$$(x_j + dx_j)^0 = \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n (x_j + dx_j)^{\alpha_i}. \quad (1.21)$$

Естественно предположить, что в действительности отклик  $Y_R$  будет отличаться от  $Y_0$  и притом тем больше, чем больше  $\rho(x_j^{(0)}, x_j)$ .

Проведенные статистические исследования, на основе десяти предприятий Юга России свидетельствуют в пользу этого предположения. Замечено, что  $Y_R$  можно с достаточной точностью аппроксимировать функцией:

$$Y_R = \frac{a_0 Y_0}{1 + \rho(x_j^{(0)}, x_j) \frac{\Theta}{t_1 - t_0} \int_{t_0}^{t_1} \left( \sum_{i=1}^n \frac{\partial y}{\partial x_i} \frac{\partial x_i}{\partial t} \right) dt}, \quad (1.25)$$

где  $0 \leq \Theta \leq 1$ ;  $a_0$  — множитель, определяющий необходимую размерность правой части формулы.

Заметим, что  $\lim_{\rho \rightarrow \infty} Y_R = 0$ ;  $Y_R \rightarrow 0$ , и при

$$\frac{\Theta}{t_1 - t_0} \int_{t_0}^{t_1} \left( \sum_{i=1}^n \frac{\partial y}{\partial x_i} \frac{\partial x_i}{\partial t} \right) dt \rightarrow \infty$$

это вполне объяснимо с точки зрения геометрии гиперповерхности (1.9).

Как видно из (1.22), ввод в организационную систему производственных ресурсов есть процесс, протекающий во времени и, потому, может быть описан функциями вида:

$$x_i = x_i(t) \text{ при } i = \overline{1, n}, \quad (1.23)$$

где  $x_i$  - некоторый производственный ресурс. В свою очередь совокупность функций (1.23) показывает, каким образом потребляются ресурсы в течение директивного срока, т.е. характеризует определенное управление.

Если из отчетных данных известна динамика ввода в производство ресурсов  $x_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , то, используя, например, метод наименьших квадратов

(МНК) можно получить зависимости (1.23), описывающие динамику производственного процесса.

Рассмотрим аналитическое выражение  $x_i = x_i(t)$  при  $i = \overline{1, n}$  через параметр  $t$  - время, для иллюстрации, в кварталах. Очевидно, время  $t$  можно выразить в любом масштабе: месяцы, недели, дни и т.д.

Выразим:  $x_1$  - потребление материалов в виде функции времени  $t$ .

Итак, используем снова данные по Автодору за год.

Динамика ввода такова:

Кварт.	I	II	III	IV
	186	1571	2944	5395

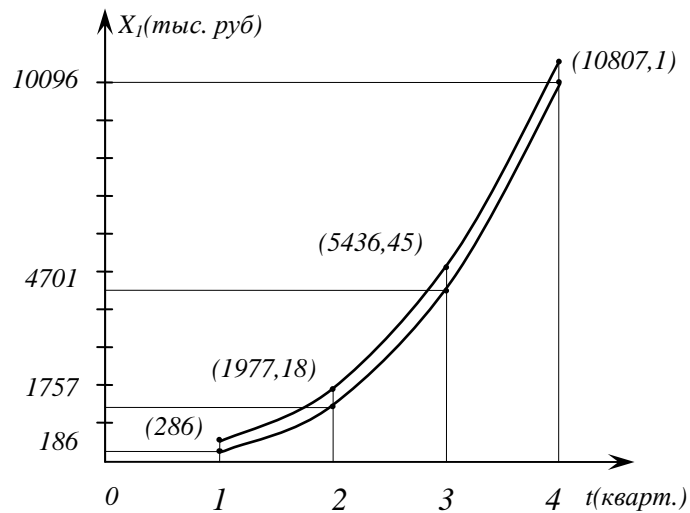


Рис.1 График функции  $x_1(t)$

Замечаем, что точки графика на рис.1 располагаются по квадратной параболе, поэтому функцию  $x_1 = x_1(t)$  ищем в виде:

$$x_1 = \alpha t^2 + \beta t + c$$

Коэффициенты  $\alpha, \beta, c$  находятся из системы уравнений:



$$\begin{cases} \alpha \sum_{i=1}^n t_i^4 + \beta \sum_{i=1}^n t_i^3 + c \sum_{i=1}^n t_i^2 = \sum_{i=1}^n t_i^2 x_{1i} \\ \alpha \sum_{i=1}^n t_i^3 + \beta \sum_{i=1}^n t_i^2 + c \sum_{i=1}^n t_i = \sum_{i=1}^n t_i x_{1i} \\ \alpha \sum_{i=1}^n t_i^2 + \beta \sum_{i=1}^n t_i + c \cdot n = \sum_{i=1}^n x_{1i} \end{cases} \quad (1.24)$$

Составим таблицу для нахождения коэффициентов системы (1.24):

Таблица №1

№	$t_i$	$x_{1i}$	$t_i^2$	$t_i^3$	$t_i^4$	$t_{i \cdot i} x$	$t_i^2 x_{1i}$
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	126	1	1	1	186	186
3	2	1757	4	8	16	3514	7028
4	3	4701	9	27	81	14103	42309
5	4	10096	16	64	256	40384	161536
$\Sigma$	10	16740	30	100	354	58187	211059

Следовательно, система (1.24) примет вид:

$$\begin{cases} 354\alpha + 100\beta + 30c = 211059 \\ 100\alpha + 30\beta + 10c = 58187 \\ 30\alpha + 10\beta + 4c = 16740 \end{cases} \quad \text{или}$$

$$\begin{cases} 3,54\alpha + \beta + 0,3c = 2110,59 \\ \alpha + 0,3\beta + 0,1c = 581,87 \\ 15\alpha + 5\beta + 2c = 8370 \end{cases}$$

Находим основной и вспомогательный определители системы:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 3,54 & 1 & 0,3 \\ 1 & 0,3 & 0,1 \\ 15 & 5 & 2 \end{vmatrix} = 0,354 - 0,5 + 0,3 \cdot 0,5 = 0,004$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 2110,59 & 1 & 0,3 \\ 581,87 & 0,3 & 0,1 \\ 8370 & 5 & 2 \end{vmatrix} = 2110,59 \cdot 0,1 - 326,74 + 0,3 \cdot 398,35 = 3,824$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 3,54 & 2110,59 & 0,3 \\ 1 & 581,87 & 0,1 \\ 15 & 8370 & 2 \end{vmatrix} = 3,54 \cdot 326,74 - 2110,59 \cdot 0,5 + 0,3 \cdot$$

$$(-355,5) = -5,2854$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} 3,54 & 1 & 2110,59 \\ 1 & 0,3 & 581,87 \\ 15 & 5 & 8370 \end{vmatrix} = 3,54 \cdot (2511 - 2909,35) - (8370 - 8728,05) +$$

$$2110,59 \cdot 0,5 = -1410,159 + 358,05 + 1055,295 = 3,186$$

$$\text{Следовательно: } \alpha = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{3,824}{0,004} = 956$$

$$\beta = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{-5,2854}{0,004} = -1321,35$$

$$c = \frac{3,186}{0,004} = 796,5$$

Итак, искомая зависимость имеет вид:

$$x_1 = 956t^2 - 1321,35t + 796,5$$

Звездочками на рис.1 показаны значения  $x_1(t)$  для значений равных 1, 2, 3, 4.

Пользуясь МНК отыщем функции  $x_2(t)$  - потребление энергии и  $x_3(t)$  - труда во времени.

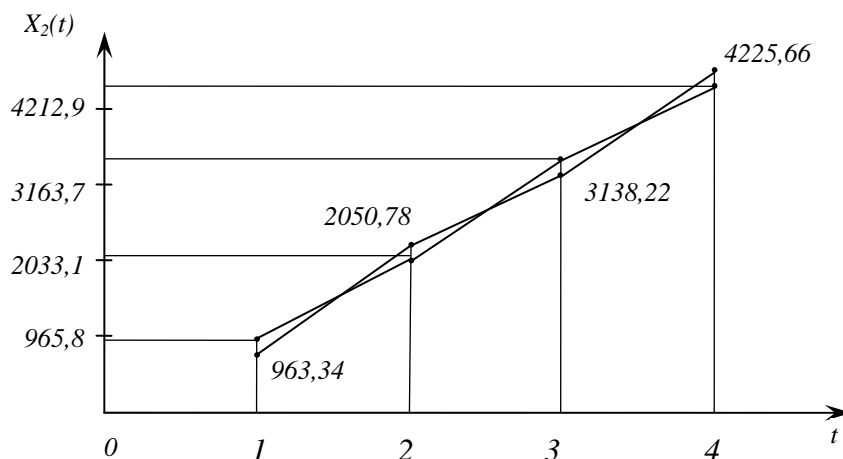


Рис.2 график функции  $x_2(t)$ .

Ищем зависимость  $x_2(t)$  в виде:  $x_2 = \alpha t + \beta$

$t_i$	$x_{2i}$	$t_i^2$	$t_i x_{2i}$
1	965,8	1	965,8
2	2033,1	4	4066,2
3	3163,7	9	9491,1
4	4212,9	16	16851,6
$\Sigma$	10375,5	30	31374,7

$$\begin{cases} 30\alpha + 10\beta = 31374,7 \\ 10\alpha + 4\beta = 10375,5 \end{cases}$$

Отсюда:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 30 & 10 \\ 10 & 4 \end{vmatrix} = 20;$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 31374,7 & 10 \\ 10375 & 4 \end{vmatrix} = 125498,8 - 103750 = 21748,8$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 30 & 31374,7 \\ 10 & 10375,5 \end{vmatrix} = 311265 - 313747 = -2482$$

Следовательно:

$$\alpha = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{21748,8}{20} = 1087,44$$

$$\beta = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{-2482}{20} = -124,1$$

Поэтому:

$$x_2 = 1087,44t - 124,1$$

Значение данной функции в точках  $t = 1, 2, 3, 4$  показаны звездочками на рис. 2.

Найдем аналитическое выражение зависимости  $x_3(t)$ .

$t_i$	$X_{3i}$	$t_i^2$	$t_i X_{3i}$
1	1615	1	1615
2	3991	4	7982
3	6468	9	19404
4	8515	16	34060
$\Sigma$	20589	30	63061

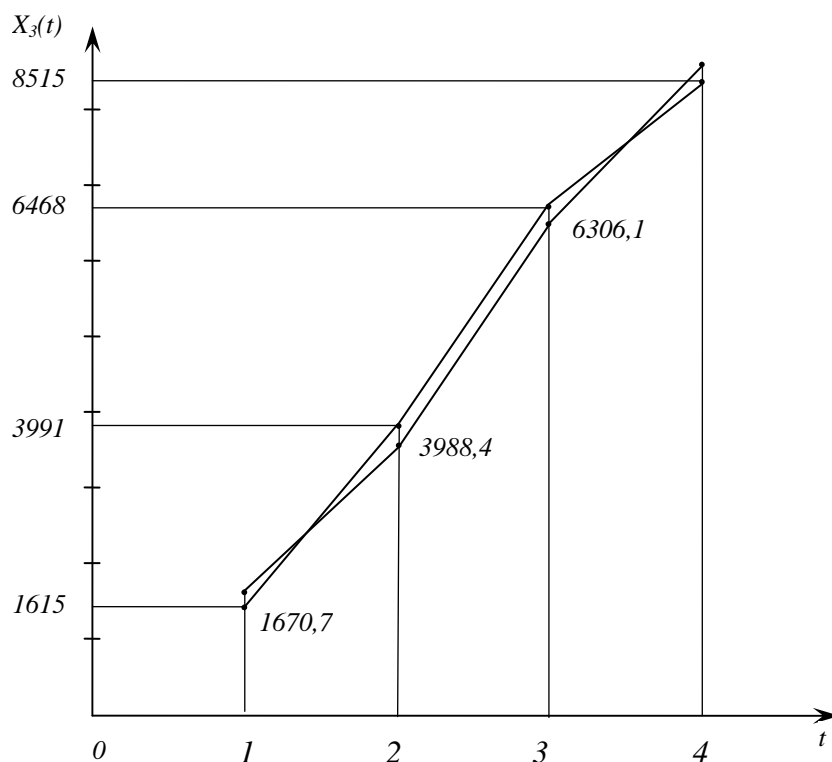


Рис. 3 график функции  $x_3(t)$ .

$$\begin{cases} 30\alpha + 10\beta = 63061 \\ 10\alpha + 4\beta = 20589 \end{cases}$$

Отсюда:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 30 & 10 \\ 10 & 4 \end{vmatrix} = 20;$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 63061 & 10 \\ 20589 & 4 \end{vmatrix} = 252244 - 205890 = 46354$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 30 & 63061 \\ 10 & 20589 \end{vmatrix} = 617670 - 630610 = -12940$$

Следовательно:

$$\alpha = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{46354}{20} = 3217,7$$

$$\beta = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{-12940}{20} = -647$$

Поэтому:

$$x_3 = 231777t - 647$$

Найденные функции  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$ ,  $x_3(t)$  задают параметрическую кривую реального управления в фазовом пространстве управлений

### 1.5. Моделирование стратегии управления в организационных системах

Под стратегией управления в организационно-экономических системах мы понимаем скоординированный в укрупненных показателях

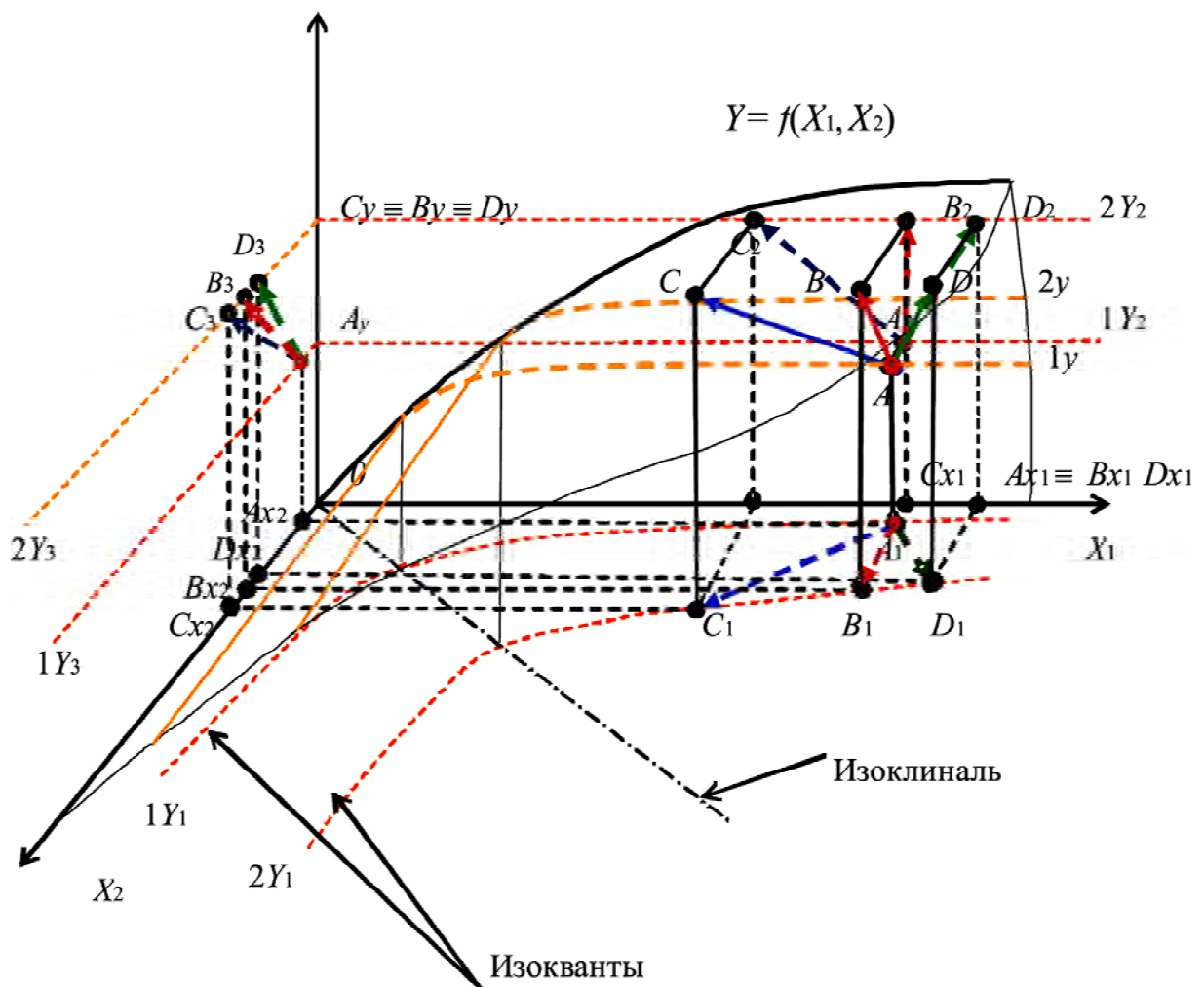


Рис. 4. Наглядное изображение, отображающее поверхность, описываемую двухфакторной производственной функцией с различными вариантами перемещения с уровня  $1Y$  на  $2Y$

в пространстве и во времени план действий, определенным способом обеспечивающий достижение главной цели на основе однозначно определенных условий и средств [15]. Рассмотрим двухфакторную производственную функцию (1.9) как наиболее доступную для наглядного представления в трехмерном пространстве. Например,  $X_1$  — труд, а  $X_2$  — прочие ресурсы.  $Y$  — результат деятельности организационно-экономической системы. Приоритетность рассмотрения этих параметров объясняется тем, что эффективное управление предполагает, прежде всего, оптимизацию ресурсного потенциала [1]. Кривые  $1Y$  и  $2Y$  соединяют точки с одинаковыми численными значениями результата. Их проекции — изокванты.

Как видно из рис. 5 один и тот же результат  $1Y_1$  может быть достигнут конкретной организационно-экономической системой, для которой рассчитана ПФ, бесчисленным множеством сочетаний труда и прочих ресурсов [89]. Например, для выполнения объема  $1Y_1$  в точке  $A_1$  необходимо затратить значительно большее количество труда чем в точке  $B_1$  ( $0Ax_1 > 0Bx_1$ ). Однако затраты прочих ресурсов в точке  $A_1$  значительно ниже чем в  $B_1$  ( $0Ax_2 < Bx_2$ ). В зависимости от возможностей организационно-экономической системы, условий ее функционирования, цели и задач выбирается тот или иной вариант использования ресурсов.

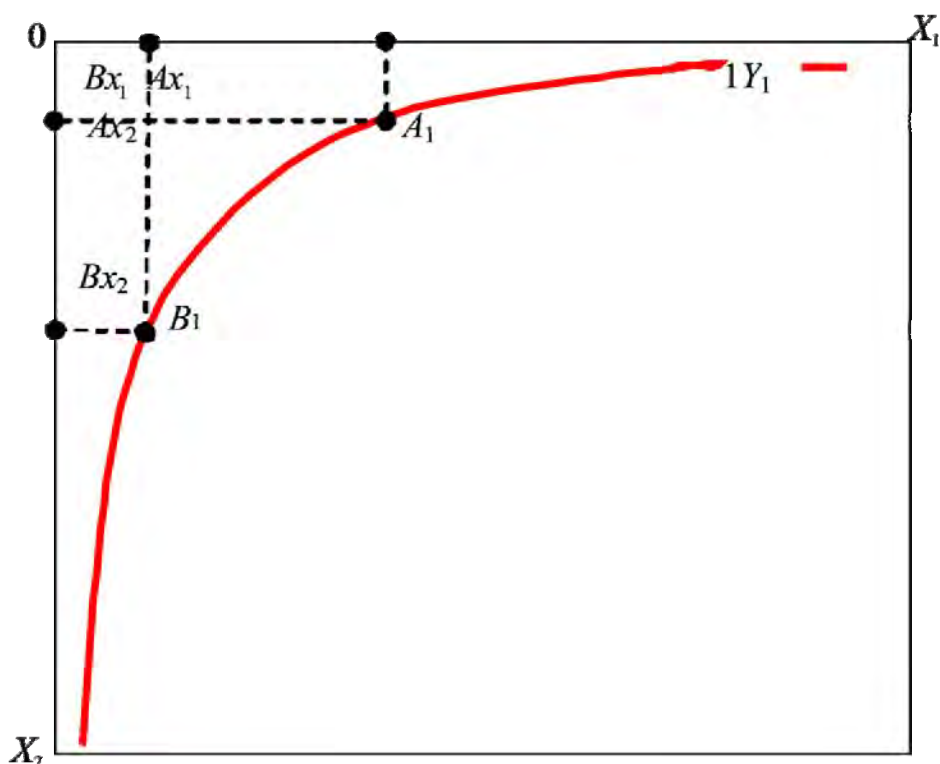


Рис. 5. Достижение результата деятельности  $1Y$  различным сочетанием производственных ресурсов

Обратимся к рис. 4. Допустим, что организационно-экономическая система по своим показателям находится в точке  $A$  на уровне  $1Y$ . Рассмотрим функцию (1.9). Процесс управления организационно-экономической системой рассматривается как процесс перехода в фазовом пространстве от некоторой точки  $A$  к точке  $B$ , т. е. его можно представить как некоторую траекторию  $l_i$ . Количество траекторий, как и способов использования ресурсов, может быть бесконечно и по результатам деятельности системы они не эквивалентны. Необходимо, чтобы на каждом этапе использования производственных ресурсов  $\Delta X_i$  прирост  $\Delta Y$  был бы максимальным. Учитывая, что функция (1.9) скалярная от  $n$  переменных, следовательно, она определяет скалярное поле объема работ. В этом скалярном поле значение  $Y$  изменяется от точки к точке, т. е. можно ставить вопрос об отыскании такой траектории, которая ведет из заданной точки  $A$ , касательная к которой в каждой точке совпадала бы с вектором  $\nabla Y$  — градиентом  $Y$ .



Для достижения результата  $2Y$  имеется бесчисленное множество вариантов. Рассмотрим три:  $AB$ ,  $AC$  и  $AD$ . Каждому соответствует свое сочетание использования производственных ресурсов:  $Bx_1$  и  $Bx_2$ ,  $Cx_1$  и  $Cx_2$ ,  $Dx_1$  и  $Dx_2$ . Оптимальным является  $AB$ , т. к.  $AB \perp 2Y$  и является кратчайшим расстоянием между  $1Y$  и  $2Y$ .

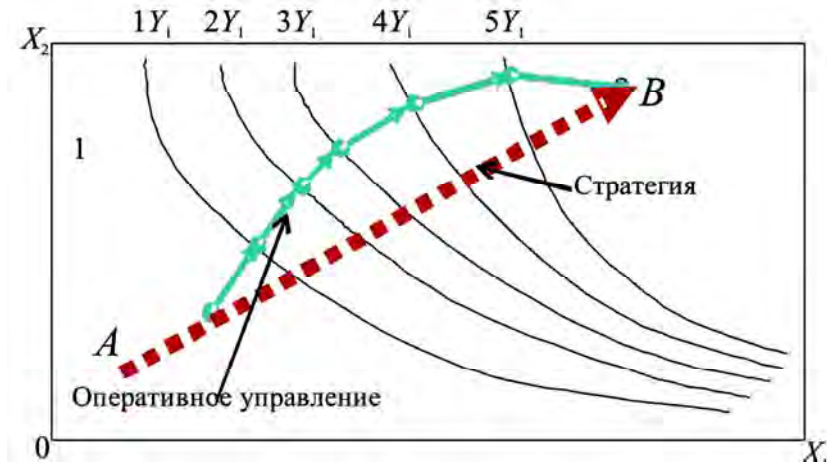


Рис. 6. Иллюстрация направлений стратегического и оперативного управления в поле изоквант, характеризующих различные результаты деятельности при сложившейся системе интенсивности использования производственных ресурсов в организационной системе

Изложенная выше концепция позволяет схематично изобразить стратегию и оперативное управление по достижению цели  $B_1$ . Оперативное управление достижения цели  $B_1$  представлено последовательностью отрезков, перпендикулярных к вышележащей изокванте — кратчайшими расстояниями между каждыми двумя изоквантами, характеризующими конкретные условия потребления ресурсов на предприятии. Выбранная система оперативного управления есть тот определенный способ, который является главной характеристикой стратегии. В случае максимизации прибыли — отрезки должны быть перпендикулярны к вышележащим изоквантам.

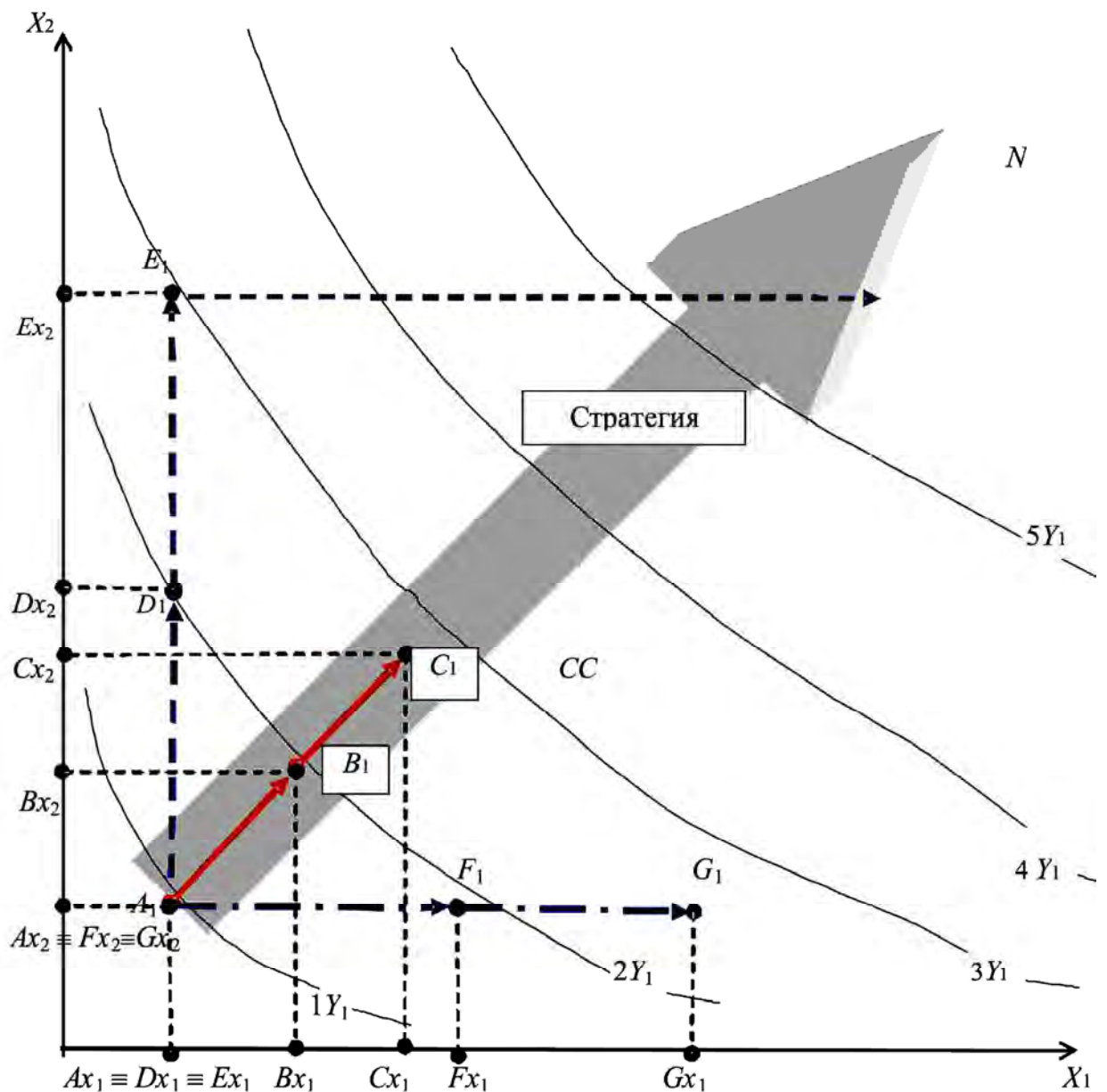


Рис. 7. Варианты выбора производственной стратегии

Возможен вариант, связанный со снижением себестоимости. Тогда изокванты должны характеризовать себестоимость работ при сложившейся системе использования производственных ресурсов. В этом случае каждый отрезок должен быть перпендикулярным к нижележащей изокванте и будет показывать кратчайший путь к снижению себестоимости.

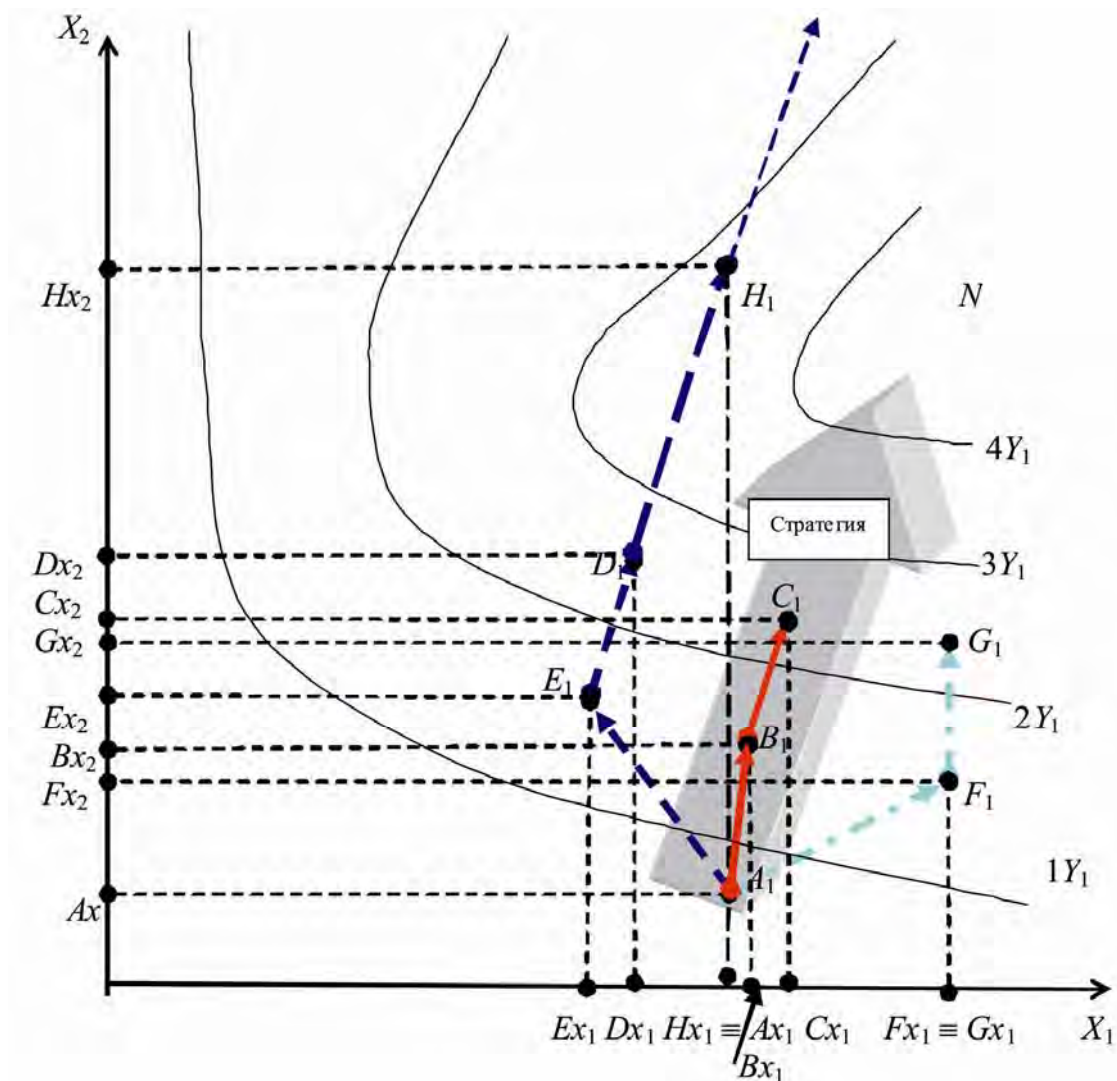


Рис. 8. Иллюстрация неудовлетворительной связи между оперативным управлением и стратегией

Следует отметить, что ПФ, а следовательно и изокванты, отражают также качественные характеристики производства. Например, по расстоянию между изоквантами в одном и том же масштабе у двух различных предприятий можно определить, на каком из них ресурсы используются более интенсивно. Чем меньше расстояние между ними, тем поверхность имеет большую крутизну и тем интенсивнее используются ресурсы и, вероятно, более эффективна технология.

Варианты стратегического управления могут быть разными, например, представленные на рис. 7. В частности, вариант  $A_1D_1E_1$  при постоянных затратах труда и постоянном росте затрат прочих ресурсов обеспечивает в

конечном итоге достижение цели  $N$ . Однако управление  $A_1B_1C_1$  наглядно и убедительно свидетельствует, что эффективная стратегия имеет другую направленность.

Другой пример на рис. 8. Эффективная стратегия обеспечивается по направлению  $A_1B_1C_1$ . Следует обратить внимание на оперативное управление, характеризуемое  $A_1E_1D_1H_1$ , которое имеет тоже стратегическое направление, но с незначительным отклонением.

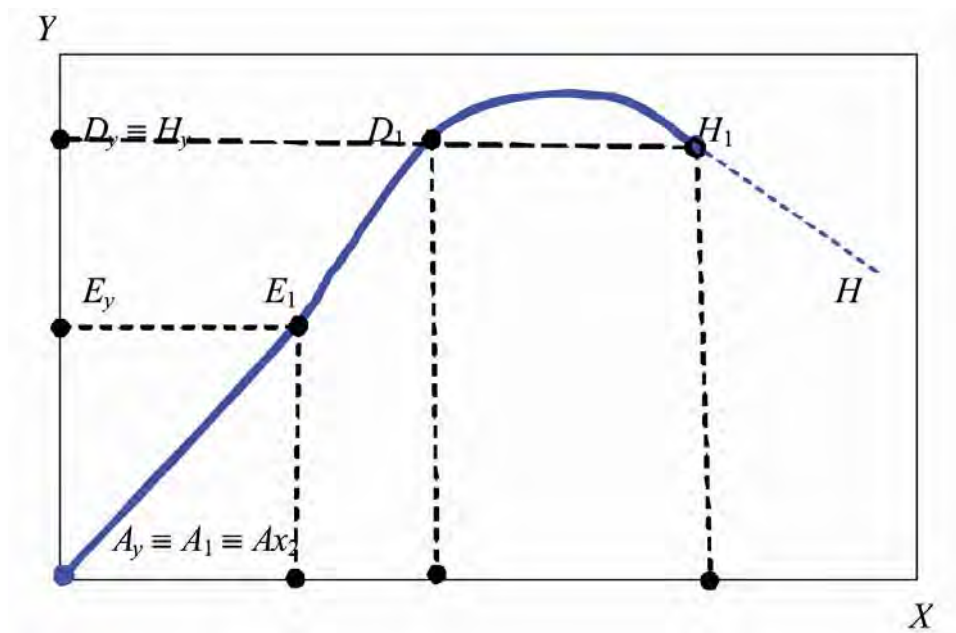


Рис. 9. Последствия ухода от стратегического направления, связанное с оперативным управлением по направлению  $A_1E_1D_1H_1$

На рис. 9 видно, что в результате этого отклонения цель не достигнута и это оперативное управление, не вписанное в стратегию, привело к снижению запланированных значений.

### 1.6. Обоснование выбора стратегии управления

По мнению [63], принятие решения представляет собой выбор одного из некоторого множества рассматриваемых вариантов. Выбор оптимального варианта стратегии в соответствии с каким-либо критерием не может

считаться однозначным, поскольку максимальный результат может достигаться во множестве всех результатов.

Этапы моделирования включают в себя [91,8]:

1. Анализ ситуации:

1) определение собственных целей организационно-экономической системы;

2) сбор и анализ информации;

3) анализ факторов внутренней и внешней сред;

4) формирование перечня стратегий, подлежащих анализу.

2. Определение влияния факторов на стратегии и исследование тенденций их изменения:

1) определение точек мониторинга внешней и внутренней среды;

2) прогнозирование тенденций изменения точек мониторинга внешней и внутренней среды.

3. Выбор оптимальной стратегии по большинству критериев:

1) оценка выбранных стратегий с помощью различных критериев моделирования;

2) оценка эффективности выбранной стратегии;

3) описание найденного решения в рамках парадигмы «цели — стратегии — средства».

В качестве исходных положений принятия решения о выборе оптимальной стратегии в условиях неопределенности окружающей среды можно принять [6]:

1. Наличие ЛПР, осуществляющего выбор оптимальной стратегии.

2. Наличие информации о внешней среде, которая может находиться в одном из состояний  $s_1, \dots, s_k$ .

3. Задание ЛПР на принятие решения из ряда стратегий  $x_1, \dots, x_i$ .

4. Заданные стратегии характеризуются определенным результатом  $o_j$ .

5. Полезность результата  $o_j$  при использовании стратегии  $x_i$  определяется как

$$l_{ij} = u(o_j, x_i),$$

где  $j = 1 \dots n, i = 1 \dots m$ .

6. В зависимости от состояния внешней среды результат  $o_j$  достигается с вероятностью  $p(o_j/x_i, s_k)$ .

7. ЛПР неизвестно распределение вероятностей  $p(s_k)$ . Его предположения о вероятном состоянии среды определяются субъективными вероятностями  $p(s_k), k = 1 \dots K$ .

Если субъективные вероятности известны лицу, принимающему решение, то задача сводится к принятию решений в условиях риска.

В этой связи в качестве исходного положения необходимо введение оценки возможной реакции отторжения стратегии, например, внедрения передовой технологии. Тогда суммарный риск возникновения реакции отторжения может быть оценен:

$$R_r = r_{\text{тех. ф}} + r_{\text{экон. ф}} + r_{\text{орган. ф}} + r_{\text{др. ф}},$$

где  $r_{\text{тех. ф}}$  — риск воздействия технических факторов;  $r_{\text{экон. ф}}$  — риск воздействия экономических факторов;  $r_{\text{орган. ф}}$  — риск воздействия организационных факторов;  $r_{\text{др. ф}}$  — риск воздействия других факторов.

Выбор оптимальной стратегии может осуществляться с помощью критериев [102]:

1. Критерий Вальда (критерий «крайнего пессимизма», критерий осторожного наблюдателя). Данный критерий оптимизирует полезность в предположении, что среда находится в самом невыгодном для объекта состоянии. По данному критерию выбирается оптимальная стратегия при наихудшем варианте состояния внешней среды, т. е. определяются альтернативы, которые максимизируют минимальный результат.

Правило выбора стратегии имеет вид:

$$\max_{x_i} \min_{s_k} u(x_i s_k), \quad (1.25)$$

$$u(x_i s_k) = \sum_{j=1}^n u(o_j x_i) p(o_j/x_i, S_k). \quad (1.26)$$

2. Критерий Гурвица (критерий «здорового оптимизма»). Данный критерий основывается на двух предположениях: среда может находиться в самом невыгодном состоянии с вероятностью  $1 - \alpha$ . Параметр  $\alpha$  — коэффициент доверия и изменяется  $0 \leq \alpha \leq 1$ . Весьма сложно найти количественную характеристику для тех долей оптимизма и пессимизма, которые присутствуют при принятии решения. Поэтому чаще всего коэффициент доверия  $\alpha = 0,5$  в качестве некой «средней» точки зрения. Если  $\alpha = 0$ , то выходят на критерий Вальда.

По критерию Гурвица выбирается оптимальная стратегия при наихудшем варианте состояния внешней среды с определенным коэффициентом надежды на благоприятный исход событий.

Правило выбора стратегии имеет вид:

$$\max_{x_i} \left[ \alpha \max_{s_k} u(x_i s_k) + (1 - \alpha) \min_{s_k} u(x_i s_k) \right]. \quad (1.27)$$

3. Критерий максимакса, или так называемый критерий «здорового оптимиста», который верит в удачу. В качестве оптимальной выбирается стратегия, дающая максимальный результат.

Если в правиле выбора стратегии по критерию Гурвица принять  $\alpha = 1$ , то правило выбора стратегии имеет вид:

$$\max_{x_i} \max_{s_k} u(x_i s_k). \quad (1.28)$$

4. Критерий Лапласа. По данному критерию выбирается оптимальная стратегия при равновероятных состояниях внешней среды.

Если неизвестны состояния среды, то все они считаются равновероятными:

$$p(s_i) = p(s_j) = \dots p(s_k).$$

Решающее правило выбора стратегии задается соотношением:

$$\max_{x_i} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K u(o_j x_i) p(o_j / x_i, S_k) p(S_k) = \max_{x_i} \frac{1}{K} u(x_i s_k), \quad (1.29)$$

при условии  $p(s_k) = 1/K$ .

5. Критерий Сэвиджа (критерий минимизации «сожалений»). По данному критерию выбирается оптимальная стратегия, при которой минимизируются возможные потери в организационно-хозяйственной системе при условии, что состояние среды наихудшим образом отличается от предполагаемого.

«Сожаление» — это величина, равная изменению полезности результата при данном изменении среды относительно наилучшего возможного состояния. Чтобы определить величины «сожалений», необходимо построить матрицу

$$\bar{U} = \|u_{ik}\|,$$

где  $u_k = u(x_i s_k)$ ;  $i = \overline{1, m}$ ;  $k = \overline{1, K}$ .

В каждом столбце построенной матрицы необходимо найти:

$$u_k = \max_i u_{ik}. \quad (1.30)$$

Затем данный элемент вычитается из всех элементов этого столбца. Далее строится матрица «сожалений»:

$$U = \|u_{ikc}\|. \quad (1.31)$$

$$u_{ikc} = u_{ik} - u_k. \quad (1.32)$$



Искомая стратегия  $x_i$ , которая минимизирует «сожаление», определяется из условия:

$$\min_{s_k} \max_{x_i} u_{ik}^{\text{сожал.}} \quad (1.33)$$

Критерий Сэвиджа минимизирует возможные потери при условии, что состояние среды наихудшим образом отличается от предполагаемого.

Выбор критерия принятия решений является наиболее сложным и ответственным этапом при поиске оптимальной стратегии. Окончательный выбор критерия зависит в основном от специфики задачи. В частности, если даже минимальный риск недопустим, то следует применять критерий Вальда. Если, наоборот, определенный риск вполне приемлем и предприятие может вложить в реализацию избираемой им стратегии достаточное количество средств, то выбирают критерий Сэвиджа [91].

При отсутствии достаточной информации для выбора того или иного критерия возможен альтернативный подход, который связан с вычислением шансов на успех или разорение на основе накопленного прошлого опыта как своего, так и других организационно-хозяйственных систем.

Допустим, что ЛПР выделило зону неудовлетворительных результатов и зону благоприятных результатов. Все остальные результаты относятся к зоне промежуточных (малый проигрыш и малый выигрыш).

На основе прошлого опыта и, возможно, интуиции ЛПР определяет субъективные вероятности:  $\alpha$  — получить неудовлетворительные результаты;  $\gamma$  — получить благоприятные результаты. Промежуточные результаты оцениваются субъективной вероятностью  $\beta = 1 - \alpha - \gamma$ .

При заданных значениях  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и с учетом выделения указанных зон определяется оценка математического ожидания выигрыша при стратегии  $x_i$ .

$$u(x_i) = \alpha \frac{\sum_{j=1}^{N_i} p_{ij}}{N_i} + \beta \frac{\sum_{j=1}^{R_i} Q_{ir}}{R_i} + \gamma \frac{\sum_{j=1}^{T_i} S_{it}}{T_i}, \quad (1.34)$$

где  $\{p_{ij}\}, \{Q_{ir}\}, \{S_{it}\}$  — множество результатов, отнесенных соответственно к зонам неудовлетворительных, промежуточных и благоприятных результатов при стратегии  $x_i$ ;  $N_i, R_i, T_i$  — общее количество таких результатов, соответствующих для каждой зоны.

Правило выбора оптимальной стратегии имеет вид:

$$x_{i\text{оптим.}} = \max_{x_i} u(x_i). \quad (1.35)$$

Критериями эффективности выбранной стратегии предприятия являются:

максимальная эффективность выбранной стратегии;

минимальный риск использования выбранной стратегии, который может проявиться в снижении предварительно намеченной эффективности или полной ее неосуществимости;

соответствие стратегии существующим и прогнозируемым факторам внешней среды;

минимальный уровень затрат на процесс перехода от действующей в настоящий момент стратегии к выбранной стратегии;

минимальное время на внедрение стратегии в организационно-хозяйственной системе [91].

В случае если выбранная стратегия окажется недостаточно эффективной, то необходимо пересмотреть результаты предыдущего этапа.

Практика функционирования систем автодорожного комплекса свидетельствует о целесообразности оценки возможности внедрения той или иной стратегии управления на начальных этапах разработки стратегий. Возможная достаточно сильная реакция отторжения не позволит реализовать даже весьма благоприятную стратегию [20, 38]. Для преодоления реакции

потребуется дополнительные затраты, обусловленные увеличением времени, связанным с реакцией отторжения.

Рассмотрим общий случай. Пусть за время  $\Delta T$  выполняется некоторый объем работ  $\Delta V$  с производительностью  $Q(t)$ . Тогда одно из фундаментальных соотношений можно записать так:

$$\Delta V = Q(t) \Delta T, \quad (1.36)$$

где  $\Delta V$  — приращение объема выполненной работы за время  $\Delta T$ . Будем считать  $\Delta T$  малым, чтобы избежать применения дифференциального исчисления. Обратим внимание, если зафиксировать все материальные факторы производства, то из формулы (1.36) следует, что выполненный объем работ  $\Delta V$  является только функцией времени.

При фиксированном значении  $\Delta V$  уравнение (1.36) представляет собой уравнение с двумя неизвестными —  $Q(t)$  и  $\Delta T$ . Такое уравнение допускает бесконечное множество решений  $(Q_i(t)$  и  $\Delta T_i)$   $i \in N$ ; ни одно из них не обходится без  $\Delta T$ . Если  $\Delta V = \text{const}$ , то взаимное, практически неограниченное влияние друг на друга  $Q(t)$  и  $\Delta T$  становится очевидным. Это подтверждается практикой внедрения инноваций в автодорожном комплексе.

Отсюда можно сделать вывод: если  $Q(t)$  определяется мощностью использования физических факторов, то  $\Delta T$ , влияя через (1.36) на  $\Delta V$ , ведет себя точно так же, как и физические факторы, т. е. обладает свойствами производственного ресурса. Если время является производственным ресурсом, то это должно соответствующим образом учитываться в процессе планирования работ, рассматриваться не только как протяженность в четвертом измерении, но и как взаимозависимый фактор, оказывающий решающее влияние на интенсивность труда, объем других потребляемых ресурсов, изменение технологии дорожных работ и др. [38].

После выбора оптимальной стратегии и оценкой ее эффективности наступает необходимость описания найденного решения в рамках категории «цели — стратегии — средства».

## **ГЛАВА 2. КОНЦЕПЦИЯ МОТИВАЦИИ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ АВТОДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА**

### **2.1. Роль мотивации в социальных и экономических системах автодорожного комплекса**

Возрастание роли социальных факторов в автодорожном комплексе обусловлено интенсификацией труда, ростом культуры производства, усилением требований к социально-психологическим условиям труда, резким увеличением нагрузок на человека, расширением демократических основ управления производством, усилением внимания к потребностям и запросам личности.

Как показывают исследования [14], социальные факторы оказывают существенное влияние на успех внедрения достижений научно-технического прогресса (НТП) в автодорожном комплексе. В частности, для преодоления психологического барьера при внедрении достижений НТП в строительных организациях используется зависимость для определения коэффициента удовлетворенности информацией о новшестве [69]:

$$K_y = \frac{(+2)n_1 + (+1)n_2 + 0n_3 + (-1)n_4 + (-2)n_5}{2N}. \quad (2.1)$$

По данным исследований, проведенных в строительных организациях Ростовской области, он составил 0,19.

Особенно остро проявляется влияние социальных факторов в реакции отторжения коллективом достижений научно-технического прогресса. По мнению специалистов, величина этой реакции на уровне дорожно-

строительной бригады может достигать 50 % от нормативного времени на выполнение заданного объема работ [14].

Выявление социальных факторов, оказывающих существенное влияние на экономические показатели производства, прогнозирование их величины и разработка рекомендаций по снижению их влияния является актуальной проблемой современного автодорожного комплекса.

Для численной оценки влияния социальных факторов на выполняемый объем работ можно использовать известную зависимость (1.9):

$$y = c_0 \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i},$$

на основании статистической информации о деятельности

предприятия численно оценивается вклад того или иного социального фактора в объем выполняемых работ.

Численная оценка влияния социального фактора, его величина позволяют установить приоритет в реализации мероприятий, направленных на снижение социальной напряженности в коллективе в связи с планируемыми изменениями на предприятии, например, с внедрением новых технологий.

Как известно, процесс побуждения работника к совершению полезных действий представляет собой сложный акт, требующий анализа и оценки реальных возможностей индивидуума для выбора цели и принятия решения [14]. Целенаправленная творческая деятельность каждого индивидуума способствует оптимальному использованию имеющихся ресурсов и обеспечивает соответствующие темпы развития и влияния на социально-экономические отношения в отрасли.

Мы считаем, что основным критерием в оценке уровня мотивации является степень проявления элементов творчества к выполняемой работе. Чем больший арсенал средств мотивации и качество их реализации используется в коллективе, тем выше уровень творческого отношения к труду.

Рассмотрим теоретико-множественную модель мотивации. Имеем два множества  $A$  и  $B$ . Допустим  $A$  — множество работников предприятия;  $B$  — множество всех известных мотивов, побуждающих работника к творческому труду.

Тогда, если

$$A \cap B = \emptyset, \quad (2.2)$$

то множества не имеют общих элементов, т. е. на предприятии не используются приемы, побуждающие членов коллектива к творческому труду.

Либо

$$A \cap B \neq \emptyset. \quad (2.3)$$

Из (2.2) необходимо выяснить  $A$  включено в  $B$  или нет.

$$A \subseteq B \text{ или } A \not\subseteq B? \quad (2.4)$$

Задача может иметь несколько решений.

В случае если  $A \subseteq B$  возможно, что все элементы  $B$  принадлежат  $A$  и тогда

$$A = B. \quad (2.5)$$

Возможен также вариант, когда не все элементы  $B$  принадлежат  $A$ , тогда  $A$  строго включено в  $B$ :

$$A \subset B. \quad (2.6)$$

В случае когда не все элементы  $A$  принадлежат множеству  $B$  возможно, что все элементы  $B$  принадлежат множеству  $A$ . Тогда

$$B \subseteq A. \quad (2.7)$$

Возможна ситуация, когда все элементы  $B$  принадлежат множеству  $A$ , следовательно

$$B \subset A. \quad (2.8)$$

Когда ни одно из множеств  $A$  и  $B$  не является подмножеством другого и их пересечение не пусто тогда

$$A \cap B \neq \emptyset.$$

В связи с этим целесообразно выделить три уровня мотивации — низкий, средний и высокий (рис. 10).



Рис. 10. Иллюстрация трех уровней мотивации

Непосредственная оценка степени использования приемов мотивации, способствующих проявлению творчества работников, в настоящее время представляет значительную трудность. Ее можно определить лишь косвенно. Например, на ряде дорожных предприятий Волгоградской области проведено анкетирование работников с целью такой оценки. В эксперименте участвовало 480 респондентов по тридцать человек в каждой группе. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Участник и	Участие в рационализации	Повышение квалификации и	Желание взять ответственно	Наличие цели	Удовлетворение от работы
---------------	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------	-----------------------------

	и		сть на себя		
Мужчины					
Служащие					
до 30 лет	11	23	27	30	27
до 40 лет	12	11	19	30	30
до 50 лет	9	3	6	27	29
свыше 50 лет	5	2	3	20	24
Рабочие					
до 30 лет	10	29	24	30	25
до 40 лет	8	21	15	29	29
до 50 лет	6	15	7	27	30
свыше 50 лет	3	1	2	18	29

Окончание табл. 3

Женщины					
Служащие					
до 30 лет	—	20	3	9	30
до 40 лет	4	12	9	16	28
до 50 лет	3	8	8	18	24
свыше 50 лет	2	2	4	13	26
Рабочие					
до 30 лет	1	17	6	17	23
до 40 лет	3	8	11	17	28
до 50 лет	—	2	3	19	27
свыше 50 лет	—	1	—	11	26



Рассчитаем коэффициент мотивации:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^l n}{q}, \quad (2.9)$$

где  $n$  — количество респондентов, проявивших элементы творчества;  $l$  — количество элементов творчества ( $l = 5$ );  $q$  — количество респондентов в группе, принявших участие в исследовании ( $q = 30$ ).

Значения коэффициента мотивации для разных групп представлены в табл. 4.

Таблица 4

	Мужчины	Женщины
	Служащие	
до 30 лет	0,78	0,41
до 40 лет	0,68	0,46
до 50 лет	0,49	0,41
свыше 50 лет	0,36	0,3
	Рабочие	
до 30 лет	0,79	0,43
до 40 лет	0,68	0,45
до 50 лет	0,57	0,34
свыше 50 лет	0,35	0,25

Как видно, значения коэффициента мотивации, отражающего элементы творчества в отношении к труду, снижаются по мере увеличения возраста респондентов. Наиболее высокую величину коэффициента имеют группы до 40 лет.

Коэффициенты мотивации для женщин в возрасте до 40 лет существенно ниже, чем у мужчин. Можно сделать предположение, что мотивация для

женщин, вероятно, требуют иного подхода, учитывающего достаточно их сильно выраженную эмоциональную составляющую. Целесообразно исследовать влияние элементов условий труда и характера взаимоотношений как ведущих элементов мотивации и развития их творческого потенциала.

## **2.2. Мотивация как форма влияния на человеческий фактор**

Одним из тревожных симптомов развития социально-экономических процессов в России стал резкий спад трудовой мотивации, зафиксированный в 1988 г. В августе 1993 г. его доля упала до 14 % и до 1999 г. не поднималась выше 23 % [76].

В девяностые годы произошел резкий спад производства, рост безработицы, ухудшение материального положения. Перед руководством предприятий стояла задача по выявлению факторов воздействия на поведение работников, стимулирующих их активную производственную деятельность.

По мнению сторонников рыночных реформ, основным мотивационным фактором, побуждающим к активному, творческому труду должно стать отношение к собственности. Однако, как показывает практика, этот фактор проявляется пока на уровне фактического собственника предприятия.

В связи с этим следует различать две формы мотивации: внутреннюю и внешнюю. Они тесно связаны с социальными ролями, которые работники играют на предприятии. Для внутренней важна значимость работы, ее содержание. Она интересует человека, позволяет реализовать его природные способности и склонности [25].

Внешняя мотивация также имеет две формы: административную и экономическую. Административная — жесткая. Руководитель действует через команду, приказ, т. е. по принуждению, с соответствующими санкциями за нарушение норм [25]. Такая мотивация неразрывно связана со стилем управления, но жесткое администрирование не способствует

развитию инициативы. По мере роста квалификации рабочих, повышения качества жизни жесткое администрирование, как правило, вызывает реакцию отторжения [14].

Экономическая мотивация воздействует на сотрудника через стимулы, зарплату, дивиденды, поощрительные поездки за рубеж, на отдых и т. д. Эффективность оценивается по результатам деятельности сотрудников, если сравнительно точно можно определить или выделить результат [25]. Однако объективно это сделать очень сложно, т. к. само выделение носит субъективный характер и вызывает на госпредприятиях конфликты [68]. Предприятия с частной формой собственности решают эту проблему путем засекречивания формы и размеров материального вознаграждения, вплоть до увольнения.

В дорожном хозяйстве преобладает государственная, муниципальная и федеральная формы собственности. По Волгоградской области только 9 % от общего объема работ выполняется предприятиями с частной формой собственности. Поэтому оптимальное решение проблемы экономической мотивации для предприятий дорожной отрасли весьма актуально [12].

В то же время материальная заинтересованность не может служить постоянным фактором для повышения заинтересованности к труду. В качестве наглядной иллюстрации этого тезиса может служить посылка Ликерта, Гирцберга и др., заключающаяся в том, что деньги нельзя рассматривать как постоянно побуждающий фактор, поскольку люди работают за деньги лишь до определенного предела, границами которого является удовлетворение личного представления о хорошей жизни [14, 56].

Данные социологического опроса среди 1000 работников отрасли Волгоградской области (на 01.01.2012) показывают, что пределом личного представления о хорошей жизни для рабочих является заработная плата 20000 р., а для инженерно-технических работников — 35000...40000 р.

Ряд авторов отмечают, что на достижение достаточно высоких результатов работы оказывает влияние количество свободного времени [14]. Однако как мотивация оно приобретает привлекательность по мере роста благосостояния населения. В России в настоящее время досуг замещается набором товаров и услуг, т. е. тем, что называется «эффектом замещения» [97]. В табл. 5 представлены данные социологического опроса 1000 работников дорожной отрасли по использованию досуга.

Таблица 5

Группа респондентов	Вид досуга							
	Работа на даче, Огороде, %	Охота, рыбалка, %	Спорт %	Чтение, %	Алкоголь, %	Игры, %	Зрелища, %	Другое, %
Рабочие (со)	35	16	5	8	15	7	7	7
Рабочие (н/со)	33	24	3	2	17	9	7	5
ИТР(м)	27	19	6	10	11	11	10	6
ИТР(ж)	44	1	1	20	2	2	15	15

Условные обозначения: (со) — среднее образование; (н/со) — неполное среднее образование.

Как видно из результатов, приведенных в таб. 4, наибольшее место в досуге российских дорожников занимает работа на даче, огороде, охота и рыбалка. Следует отметить, что эти два вида, вероятно, следует отнести и к досугу, и к продолжению работы, т. к. большинство респондентов отметили, что не занимались бы ими при соответствующей заработной плате.

Результаты социологического опроса убедительно свидетельствуют также о том, что мотивационная структура существенно зависит от уровня благосостояния, традиций, возраста, пола, образования и т. п.

Решение конфликта между человеком и организацией, вероятно, может быть найдено при оптимизации экономических, социальных и психологических потребностей участников производственного процесса.

### **2.3. Моделирование мотивационной деятельности**

Важнейшим условием эффективной мотивации для достижения высоких показателей деятельности является точное формулирование цели, к которой следует стремиться работнику. Он должен быть сориентирован на достижение конкретного контролируемого результата. При всей совокупности мотивационных факторов, сложившихся к настоящему моменту в теории и практике управления, достижение максимального положительного эффекта возможно только при условии системного подхода к решению этой задачи.

Необходимым условием эффективности деятельности организационно-хозяйственной системы автодорожного комплекса, несмотря на различие в схемах стимулирования, является их увязка с целями предприятия. Например, на одном из предприятий, осуществляющем комплексное предоставление услуг, система стимулирования не увязывается с показателем прибыльности отдельных подразделений. Это может быть причиной нарушения системы обеспечения эффективности процесса предоставления услуг на предприятии в целом, т. к. стремление отдельных подсистем к максимально активной продаже своих услуг на рынке зачастую не удовлетворяет потребностям главной цели. Следовало использовать такую систему поощрений, при которой премия, прежде всего, ориентирована на выполнение установленных результатов [108].

Другой пример. На предприятии, в соответствии с положением по оплате труда, водители в случае простоя машины из-за ремонта получали

заработную плату по ставкам слесарей-ремонтников, которые были в три раза ниже ставки водителя. Делалось это для того чтобы стимулировать водителей к безаварийной работе. В качестве цели выступала максимальная отдача от использования автотранспорта, а не его максимально эффективное использование. Поскольку руководство не наладило должный контроль ситуации, то водители любой ценой старались избежать простоя машин в связи с ремонтом, в том числе плановым, и техника очень скоро оказывалась не подлежащей восстановлению. При правильной эксплуатации машин можно было бы значительно продлить срок их использования и сэкономить на капитальных вложениях [101].

В этой связи представляют интерес исследования ряда авторов, свидетельствующие о том, что система мотивации наиболее успешно работает, когда деятельность каждого сотрудника направлена на получение продукта предприятия [15]. Дорожно-строительное предприятие представляет собой достаточно сложную многофункциональную систему. Конечный результат деятельности такой системы продукт, сданный заказчику в эксплуатацию участок автомобильной дороги. Однако в соответствии с уставом цель частного дорожно-строительного предприятия — получение прибыли.

Возникает противоречие. С одной стороны, предприятие может сдать заказчику в эксплуатацию участок дороги. С другой стороны, предприятие, в силу различных причин, может не получить прибыль. Например, отсутствие средств у заказчика, ошибки в определении сметной стоимости объекта, опережающие темпы роста стоимости дорожно-строительных материалов, неудовлетворительные погодно-климатические условия, кредиторская задолженность и другие причины могут вызвать уменьшение прибыли либо вообще привести к отрицательным финансовым результатам. В то же время перечисление средств на счет подрядчика невозможно без оформления акта о

выполненной работе — создании продукта, сданного заказчику в эксплуатацию завершенного участка дороги.

Таким образом, ориентация членов коллектива на получение продукта является необходимым, но не достаточным условием эффективной мотивации. Мотивацию как один из инструментов повышения эффективности производства необходимо рассматривать в системе управления предприятием, объединенной производственной стратегией.

Однако мотивация в рамках производственной стратегии может стимулировать только часть персонала. Например, деятельность отделов экономического профиля (плановый, финансовый отдел, бухгалтерия) весьма сложно мотивировать при ориентации на продукт. В тоже время от эффективности работы сотрудников именно этого направления зависит не только получение продукта, но и финансовые результаты.

Деятельность производственного отдела является связующим звеном между производственной и финансовой деятельностью, обеспечивая предпосылки для достижения высоких финансовых результатов с помощью четкой работы по планированию, организации и учету физических объемов, предусмотренных проектной документацией. Производственный отдел является также генератором идей, способствующих инновационному развитию производства. Таким образом, необходимы две взаимосвязанных стратегии: производственная и финансово-хозяйственная.

Реализация управления такой модели позволяет исключить разнонаправленность мотивации сотрудников различного профессионального и функционального направлений. Сознательное объединение усилий, направленных на достижение общей цели, является залогом успешного решения договорных обязательств и получения положительных результатов финансовой деятельности.

Рассматривая производственную и финансово-хозяйственную стратегии как конечное число измеримых множеств функций сотрудников предприятия,

участвующих в реализации стратегий, можно убедиться в том, что пересечение этих множеств есть множество, которое подлежит измерению и, следовательно, оценке с позиций эффективности функционирования всей системы.

Если  $A$  — множество функций, которые должны выполняться сотрудниками предприятия в связи с одновременным участием в реализации обеих стратегий,  $B$  — множество всех функций, выполняемых сотрудниками предприятия, реализующих производственную стратегию,  $C$  — множество функций, выполняемых сотрудниками в связи с реализацией финансово-хозяйственной стратегии, тогда

$$A = B \cap C. \quad (2.10)$$

Если  $B \cap C = \{x/x \in B \wedge x \in C\}$ . Таким образом,  $x \in B \cap C$  тогда и только тогда, когда  $x \in B \wedge x \in C$ . В таком случае  $A = x$ .

Если  $x = \bigcup_{k=1}^n x_k$ , где  $x$  — множество функций, которые должны выполняться сотрудниками предприятия в связи с одновременным участием в реализации обеих стратегий,  $x_k$  — множество элементов всех функций сотрудников предприятия реализующих производственную и финансово-хозяйственную стратегии. Тогда по принципу двойственности имеем

$$cx = \bigcup_{k=1}^n cx_k \quad (2.11)$$

где  $cx$  — дополнение функций в связи с четкой мотивацией деятельности сотрудников по одновременному участию в реализации обеих стратегий. Если  $cx_k$  определяется как дополнение измеримых множеств, то определяется множество  $cx$ , а следовательно, и множество  $x$  [52].

Таким образом, мотивация деятельности сотрудников, участвующих в реализации обеих стратегий, обусловленная необходимостью введения дополнительных функций, может быть запланирована и впоследствии успешно реализована на практике.



## **2.4. Оценка влияния мотивации на реакцию отторжения инноваций в организационных системах автодорожного комплекса**

Мотивация понимается нами как метод воздействия на работника, позволяющий формировать у него осознанные и внутренне согласованные целевые установки, направленные на эффективное достижение определенного результата в работе [36].

Мотивацию как процесс можно представить в виде ряда этапов:

- 1) выявление потребностей;
- 2) поиск путей обеспечения потребности;
- 3) определение цели и путей ее достижения;
- 4) внедрение системы мотивации;
- 5) получение результата;
- 6) разработка (уточнение) новой системы мотивации.

Внедрение системы мотивации в коллективе — наиболее ответственный этап, занимающий до 70 % общего количества времени, необходимого для реализации системы мотивации [15]. Это объясняется тем, что внедрение в определенной мере возмущает подвижное равновесие системы, в ней возникает реакция, стремящаяся свести к минимуму эффект внешнего воздействия [85, 17]. Следовательно, для моделирования внедрения системы мотивации целесообразно рассматривать ее как систему с распределенными параметрами, которая хорошо укладывается в рамки аксиоматической теории [105].

Независимые переменные для системы с распределенными параметрами обычно включают время  $t$  и конечный вектор пространственных переменных  $(a_1 \dots a_n)$  [16]. Диапазон изменения времени обозначим через  $\tau$ . Тогда  $\Omega$  - подмножество  $R^n$ , для которого пространственные переменные имеют смысл. Если  $\Omega$  зависит от  $t$ , то обозначим эту область  $\Omega_t$ , при  $t \in \tau$ . Множество  $\Delta = \{(t, \alpha): \alpha = (\alpha_1 \dots \alpha_n) \in \Omega_t, t \in \tau\}$  описывает интересующий нас диапазон

изменения независимых переменных. Зависимые переменные образуют конечное множество  $\{x_i, : i = 1...m\}$  скалярных функций, определенных на множестве  $\Delta$ . Эти переменные должны удовлетворять определенной системе дифференциальных уравнений в частных производных внутри множества  $\Delta$  и некоторым граничным условиям на границе  $\partial\Delta$ . Уравнения в частных производных и граничные условия определяются динамикой рассматриваемой системы. Внешние воздействия для такой системы, связанные с внедрением, могут быть распределены на  $\Omega$  или вдоль границы этой области. Будем называть систему с распределенными параметрами строго определенной, если знания внешних воздействий, характеризующих процесс внедрения, граничных условий, соответствующих начальных условий и самих уравнений в частных производных оказывается достаточным для того, чтобы однозначно определить поведение системы.

Рассмотрим линейное уравнение второго порядка с одной независимой пространственной переменной  $\alpha$  и одной зависимой переменной  $x$ :

$$\alpha_{11}x_n + 2\alpha_{12}x_{t\alpha} + \alpha_{22}x_{\alpha\alpha} + \alpha_{10}x_\alpha + \alpha_{01}x_\alpha + \alpha_{00}x = f, \quad (2.12)$$

где не видна явно зависимость функций  $\{a_{ij}, f, x\}$  от вектора  $(t, \alpha)$ , а нижние индексы указывают на дифференцирование по соответствующей переменной, например:

$$x_{\alpha t} = \frac{\partial^2 x(t, \alpha)}{\partial \alpha \partial t}, \quad (t, \alpha) \in \Delta.$$

Кроме внешнего воздействия  $f$ , связанного с внедрением системы мотивации, на систему могут действовать и граничные внешние воздействия, связанные, например, с ограничениями по ресурсам. Например, если  $\Omega = [a, b]$ , то типичное граничное воздействие на систему имеет вид:

$$x(t, a) = h_1(t); \quad x(t, b) = h_2(t), \quad t \in \tau. \quad (2.13)$$

Если  $\tau = [t_0, t_f]$ , то типичные начальные условия системы имеют вид:

$$x(t_0, \alpha) = x^0(\alpha); \quad x_1(t_0, \alpha) = x^1(\alpha), \quad \alpha \in \Omega. \quad (2.14)$$

Сделаем несколько дополнительных замечаний относительно граничных и начальных условий. Уравнение (2.13) понимается как сокращенная запись более строгих условий:

$$\lim_{\alpha \rightarrow \alpha^+} x(t, \alpha) = h_1(t); \quad \lim_{\alpha \rightarrow b^-} x(t, \alpha) = h_2(t), \quad t \in \tau.$$

Уравнения (2.14) также заменяют более строгие условия:

$$\lim_{\alpha \rightarrow t_0^+} x(t, \alpha) = x^0(\alpha), \quad \lim_{\alpha \rightarrow t_0^+} x_1(t, \alpha) = x^1(\alpha), \quad \alpha \in \Omega.$$

Это значит, что граничные и начальные условия следует понимать в смысле пределов  $x$  при стремлении к соответствующей точке внутри  $\Delta$ .

Следует установить некоторые основные требования к гладкости различных функций. В соответствии с (2.12) понятно, что решение  $x$ , если оно существует, должно иметь производную первого порядка по  $t$  и производную первого и второго порядка по  $\alpha$ . Эти функции после умножения на соответствующие коэффициенты  $\{\alpha_{ij}\}$  должны сочетаться с элементами функционального пространства, выбранного для внешних возмущений  $f$ , связанных с внедрением системы мотивации по освоению, например, новой технологии. Аналогичные ограничения накладываются и на функции  $x_0$ ,  $h_1$ ,  $h_2$ . Эти функции должны быть непрерывными и взаимосогласующимися. Если  $x$  непрерывно, то необходимо, чтобы

$$x^0(\alpha) = h_1(0), \quad x^0(b) = h_2(0).$$

Рассмотрим пример. Считаем, что коллектив отторгает новую технологию [16, 17]. Считаем также, что отторжение представляется некоторым защитным слоем, препятствующим воздействию системы мотивации  $f$ . Тогда обозначим величину воздействия системы мотивации на коллектив в момент начала воздействия  $x(t, \alpha)$ . Через  $t_1$  момент времени максимального воздействия системы мотивации на коллектив, в который  $x(t,$

0). Изменение слоя отторжения коллективом прогрессивной технологии под воздействием системы мотивации может быть представлено следующими уравнениями:

$$x_t(t, \alpha) = \mu x_{\alpha\alpha}(t, \alpha); \quad x(t_0, \alpha) = x^0(\alpha), \quad (2.15)$$

с граничными условиями

$$x_\alpha(t, 0) = \frac{1}{k} f(t); \quad x_\alpha(t, b) = 0; \quad t \in [t_0, t_1].$$

В момент  $t_1$  слой отторжения начинает разрушаться. Обозначим через  $\eta(t)$  глубину разрушения слоя в момент времени  $t \geq t_1$ . Будем считать, что состояние оставшегося слоя отторжения по-прежнему удовлетворяет уравнению (2.15), однако с другими начальными параметрами:

$$\eta(t_1) = 0; \quad x(t_1^-, \alpha) = x(t_1^+, \alpha),$$

и граничными условиями

$$x(t, \eta(t)) = x_m;$$

$$\rho L \eta_t(t) - k x_\alpha(t, \eta(t)) = f(t);$$

$$x_\alpha(t, l) = 0,$$

где  $k$ ,  $\rho$ ,  $L$  — параметры слоя отторжения прогрессивной технологии, характеризующие склонность коллектива к восприятию инноваций, интенсивность реакции отторжения и максимальные затраты на систему мотивации, которые может себе позволить предприятие.

В реальности, с обязательным учетом проведенного математического анализа, можно воспользоваться обоснованной эффективной процедурой корреляционно-регрессионного или эконометрического подхода. Благодаря этому можно оценить долю объясненной дисперсии, а также оценить относительное влияние доминирующих технологических, экономических и

других факторов различной природы на выходной параметр принятий решения в процессе управления в условиях инновационного развития.

## **2.5. Вероятностная модель реализации согласованной стратегии управления**

Специфика функционирования организационных систем автодорожного комплекса проявляется, прежде всего, в высокой степени неопределенности и риска. Дорожная отрасль финансируется практически полностью за счет бюджетных средств, следовательно, возможность участия в выполнении комплекса работ обусловлена победой на аукционе [19]. Неопределенность информации о возможности такой победы существенно осложняет процесс выбора стратегии. Кроме того, достижение высоких результатов финансово-хозяйственной деятельности организационной системой автодорожного комплекса не гарантирует таких результатов для организационной системы автомобильного транспорта. Как отмечалось нами ранее [37], реализация согласованной стратегии позволяет исключить разнонаправленность мотивации сотрудников различного профессионального и функционального направлений. Выбор согласованной из двух стратегий может рассматриваться как двумерное распределение. Статистические данные о таких случайных величинах рассматриваются с двумя входами, содержащими данные об отклонениях от некоторых теоретических значений.

Рассмотрим двумерное распределение  $(X, Y)$  — стратегии развития организационной системы автодорожного комплекса  $X$  и автомобильного транспорта  $Y$ . Двумерную величину  $(X, Y)$  можно рассматривать как случайный вектор со случайными координатами  $(X, Y)$ . Тогда есть вероятность  $p(x_i, y_j)$  с координатами  $(x_i, y_j)$  при  $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$  того, что в результате поиска оптимального сочетания случайная величина  $X$  примет значение  $x_i$  и вместе с тем случайная величина  $Y$  примет значение  $y_j$ , так что  $p(x_i, y_j)$  есть вероятность совпадения событий  $(X = x_i)$  и  $(Y = y_j)$ , которые позволят достичь

некой согласованной стратегии. Предполагается, что вес комбинации составляют полную группу событий, и потому сумма вероятностей равна единице, то есть:

$$\sum_i \sum_j p(x_i, y_j) = 1. \quad (2.16)$$

Суммируя все вероятности по  $i$ , получим:

$$p(x_i, y_1) + p(x_i, y_2) + \dots + p(x_i, y_j) + \dots + p(x_i, y_m) = \sum_j p(x_i, y_j).$$

Вероятность события  $X = x_i$ . Тогда

$$\sum_j p(x_i, y_j) = P(X = x_i) = p(x_i). \quad (2.17)$$

Аналогично суммируем все вероятности по  $j$ , получим:

$$p(x_1, y_j) + p(x_2, y_j) + \dots + p(x_i, y_j) + \dots + p(x_n, y_j) = \sum_i p(x_i, y_j),$$

откуда вероятность  $Y = y_i$  найдем

$$\sum_i p(x_i, y_j) = P(Y = y_j) = p(y_j). \quad (2.18)$$

Как известно [28], зависимость между двумя случайными событиями выражается в том, что условная вероятность одного события при наступлении другого события отличается от безусловной вероятности первого события. Чтобы исследовать влияние одной величины на изменение другой, рассматриваются условные законы распределения первой величины при фиксированных значениях второй величины. Пусть стратегия  $X$  получила одно из своих значений  $X = x_i$ . Другая стратегия  $Y$  может принять любое из своих возможных значений  $y_1, y_2, \dots, y_j$ . Следует отметить, что вероятности этих значений будут отличаться от вероятностей  $p(y_1), p(y_2), \dots, p(y_j)$ .

Учитывая, что в общем случае условная вероятность достижения цели стратегии развития организационной системы автодорожного комплекса при условии достижения цели стратегии развития автомобильного транспорта представляется равенством:

$$p(y, x) = \frac{p(x, y)}{p(x)}, \quad (2.19)$$

условная вероятность события  $Y = y_i$  при событии  $X = x_i$  будет равна отношению:

$$\frac{p(x_i, y_j)}{p(x_i)},$$

или

$$p(y_j/x_i) = P(Y = y_i/X = x_i) = \frac{p(x_i, y_j)}{p(x_i)}. \quad (2.20)$$

Совокупность условных вероятностей стратегии  $p(y_1/x_i), p(y_2/x_i) \dots p(y_j/x_i), p(y_{j+1}/x_i)$ , отвечающих условию  $X = x_i$  стратегии, позволяет записать

$$\sum_j p(y_j/x_i) = \frac{\sum_j p(x_i, y_j)}{p(x_i)} = \frac{p(x_i)}{p(x_i)} = 1. \quad (2.21)$$

Весьма важно оценить условное математическое ожидание  $M(Y/x)$  реализации стратегии  $Y$  при фиксированном значении стратегии  $X = x$ , где  $x$  может равняться:  $x_1, x_2, \dots, x_i$ .

Тогда математическое ожидание успешной реализации стратегии развития организационной структуры автодорожного комплекса определяется равенством:

$$M(Y/x) = \sum_j y_j p(y_j/x), \quad (2.22)$$

где  $x$  — одно из значений  $x_1, x_2, \dots, x_i$ .

Учитывая (2.17) и (2.21) математическое ожидание успешной реализации  $X$  стратегии при заданном выполнении стратегии  $Y$ , получим:

$$M(Y/x) = \frac{\sum_j y_j p(x_i, y_j)}{\sum_j p(x, y_j)}. \quad (2.23)$$

Аналогично можно рассматривать вероятность достижения производственной стратегии  $X$  при заданном значении финансово-хозяйственной стратегии  $Y = y_j$ .

$$p(x_i/y_j) = \frac{p(x_i, y_j)}{p(y_j)}, \quad (2.24)$$

где  $i = 1, 2 \dots$

Тогда сумма условных вероятностей равна:

$$\sum_i p(x_i/y_j) = \frac{\sum_i p(x_i, y_j)}{p(y_j)} = \frac{p(y_j)}{p(y_j)} = 1. \quad (2.25)$$

Математическое ожидание успешной реализации стратегии  $Y$  при заданном достижении стратегии  $X$  равно:

$$M(Y/x) = \sum_i x_i p(x_i, y) = \frac{\sum_i x_i p(x_i, y_j)}{p(y_j)}. \quad (2.26)$$

Из приведенного анализа можно сделать вывод о возможности на основании статистических данных, характеризующих стратегии  $X$  и стратегии  $Y$ , рассчитать вероятность достижения согласованной стратегии управления, на основании наступления  $X$  от  $y_j$  и  $Y$  от  $x_i$  оценить ее и прогнозировать эффективные мероприятия в рамках согласованной стратегии.



Следует отметить, что реализация согласованной стратегии в сложных социальных и экономических системах в определяющей мере зависит от человеческого фактора. Вероятностный подход, основанный на двумерном распределении в реальных системах, связанных с участием человека, базирующийся на традиционных методах, не позволяет учесть нечеткость человеческого мышления и поведения [39]. Управление многоуровневой иерархической системой автодорожного комплекса различных видов неопределенности создает предпосылки для успешного использования теории нечетких множеств, которая позволяет наиболее однозначно учитывать эти неопределенности [79]. Математические методы решения задач, связанных нечеткими множествами, позволяют:

1. В дополнение к числовым переменным использовать нечеткие величины и лингвистические переменные.
2. Описывать простые отношения между переменными с помощью нечетких высказываний.
3. Описывать нечеткими алгоритмами сложные отношения.

Понятие нечеткого множества — это попытка математической формализации нечеткой информации для построения математических моделей. В основе этого понятия лежит представление о том, что составляющие данное множество элементы, обладающие общим свойством, могут обладать этим свойством в различной степени и, следовательно, принадлежать к данному множеству с различной степенью. *Нечетким множеством (fuzzy set)  $\tilde{A}$*  на универсальном множестве  $U$  называется совокупность пар  $(\mu_A(U), u)$ , где  $(\mu_A(U))$  — степень принадлежности элемента  $u \in U$  к нечеткому множеству  $\tilde{A}$ . Степень принадлежности — это число из диапазона  $[0, 1]$ . Чем выше степень принадлежности, тем в большей мере элемент универсального множества соответствует свойствам нечеткого множества [39].

Концептуальная постановка задачи формулируется в виде импликативного суждения ( $A \Rightarrow B$ ), в котором  $A$  и  $B$  можно описать нечеткими множествами. К примеру: «Если дефицит финансовых ресурсов низкий, то риск реализации совместной стратегии ниже среднего». Или: «Если объем финансовых ресурсов — высокий, то риск реализации совместной стратегии — низкий»

В этом суждении учитывается возможность постепенного перехода от принадлежности к непринадлежности элемента к множеству, т. е. элемент может иметь степень принадлежности ( $\mu$ ) множеству между полной принадлежностью — 1 и полной непринадлежностью — 0. Тогда  $\mu \in [0, 1]$ .

Функция принадлежности позволяет вычислить степень принадлежности произвольного элемента универсального множества к нечеткому множеству [39].

По мнению В. В. Подиновского [70], функция принадлежности может определяться:

как некоторое «невероятностное субъективное измерение нечеткости»;  
условная вероятность наблюдения события  $\tilde{A}$  при наблюдении  $u$ .

Математический смысл значения вероятностной меры и меры субъективного измерения неточности практически одинаков. Тогда вероятностную меру измерения нечеткости можно использовать в качестве измерения функции принадлежности.

Нечеткое множество  $\tilde{A}$  можно определить следующим образом: если универсальное множество состоит из конечного количества элементов  $U =$

$\{u_1, u_2, \dots, u_k\}$ , тогда нечеткое множество  $\tilde{A} = \sum_{i=1}^n \mu_A(u_i) / u_i$  (знак «/»

используется для отделения значения функции принадлежности от соответствующего элемента — носителя множества, знак  $\Sigma$  означает совокупность пар  $\mu_A(u)$  и  $u$ ).

Например, универсальное множество  $\tilde{A}$ , соответствующее понятию «возможность успешной реализации стратегии развития организационной системы автомобильного транспорта при заданном достижении стратегии развития организационной системы автодорожного комплекса», а также совокупность функций принадлежности описываются выражениями:  $U = (a, b, c, d, e, f)$  и совокупность возможных значений функции принадлежности  $M = (0; 0,5; 1)$ . В этом случае одна из возможных форм записи нечеткого множества может быть представлена в следующем виде:

$$\tilde{A} = (0,0/a; 1,0/b; 0,5/c; 0,0/d; 1/e; 0,0/f).$$

Для описания элементов нечеткого множества и используется лингвистическая переменная, в которой могут использоваться слова или словосочетания естественного или искусственного языка. К примеру, лингвистическая переменная «риск», которую можно выразить как «возможность успешной реализации стратегии развития организационной системы автомобильного транспорта при заданном достижении стратегии развития организационной системы автодорожного комплекса».

Возможность будет являться лингвистической переменной, а ее значения — термами: «низкая», «средняя», «высокая». Причем интерпретация в сечении точке 1 — бинарная. С одной стороны, надежность можно охарактеризовать как среднюю, а с другой — как низкую (рис. 11).

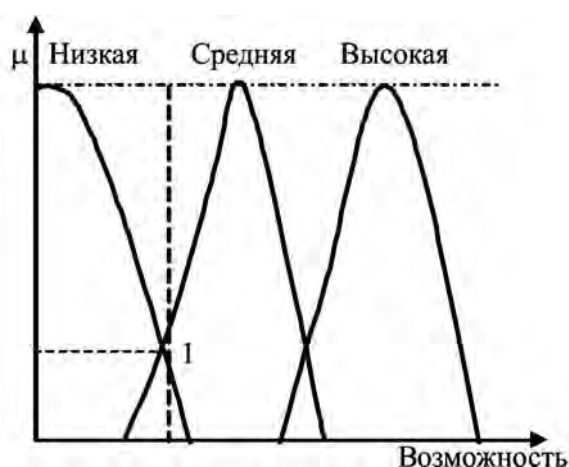


Рис. 11. Пример функции принадлежности для лингвистической переменной «возможность»

*Дефаззификация (defuzzification)* — процедура преобразования нечеткого множества в четкое число. В теории нечетких множеств процедура дефаззификации аналогична нахождению характеристик положения (математического ожидания, моды, медианы) случайных величин в теории вероятности. Простейшим способом выполнения процедуры дефаззификации является выбор четкого числа, соответствующего максимуму функции принадлежности. Однако пригодность этого способа ограничивается лишь одноэкстремальными функциями принадлежности. Для многоэкстремальных функций принадлежности в методе Fuzzy Logic Toolbox запрограммированы такие методы дефаззификации: центр тяжести; медиана; наибольший из максимумов; наименьший из максимумов; центр максимумов.

Дефаззификация нечеткого множества  $\tilde{A} = \int_{[u, u]} \mu_A(u)/u$  по методу центра тяжести осуществляется по формуле  $a = \frac{\int_{\underline{u}}^{\bar{u}} u \mu_A(u) / du}{\int_{\underline{u}}^{\bar{u}} \mu_A(u) / du}$ . Физическим

аналогом этой формулы является нахождение центра тяжести плоской фигуры, ограниченной осями координат и графиком функции принадлежности нечеткого множества [70].

Дефаззификация нечеткого множества  $\tilde{A} = \int_{[u, u]} \mu_A(u_i)/u_i$  является преобразованием нечеткого множества в четкое число.

Нечеткую базу знаний о влиянии факторов  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  на значение параметра  $Y$  можно представить совокупностью логических высказываний типа:

$$\begin{aligned} & (x_1 = a_1^{j1}) \wedge (x_2 = a_2^{j1}) \wedge \dots \wedge (x_n = a_n^{j1}) \vee \\ & (x_1 = a_1^{j2}) \vee (x_2 = a_2^{j2}) \wedge \dots \wedge (x_n = a_n^{j2}) \vee (x_1 = a_1^{jkj}) \wedge (x_2 = a_2^{jkj}) \wedge \dots \wedge (x_n = a_n^{jkj}), \\ & (x_1 = a_1^{jkj}) \wedge (x_2 = a_2^{jkj}) \wedge \dots \wedge (x_n = a_n^{jkj}), \Rightarrow Y = d_j, \text{ для всех } j = \overline{1, m}, \end{aligned}$$

где  $a_2^{jp}$  — нечеткий терм, которым оценивается переменная  $x_1$  в строчке с номером  $jp$  ( $p = \overline{1, k_j}$ );  $k_j$  — количество строчек конъюнкций, в которых выход  $Y$  оценивается нечетким термом  $d_j$ ,  $j = \overline{1, m}$ ;  $m$  — количество термов, используемых для лингвистической оценки выходного параметра  $Y$ .

Под нечетким логическим выводом понимается аппроксимация зависимости  $Y = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  с помощью нечеткой базы знаний и операций над нечеткими множествами.

Пусть  $\mu^{jp}(x_i)$  — функция принадлежности входа  $x_i$  нечеткому терму  $a_i^{jp}$ ;  $i = \overline{1, n}$ ;  $j = \overline{1, m}$ ;  $p = \overline{1, k_j}$ , т. е.  $a = \int_{\underline{x_i}}^{\overline{x_i}} \mu^{d_j}(x_i)/x_i; \mu^{d_j}(y)$ ; — функция принадлежности выхода  $Y$  к нечеткому терму  $d_j$ ;  $j = \overline{1, m}$ , т. е.

$d_j = \int_{\underline{y}}^{\overline{y}} \mu^{d_j}(y)/y$ . Тогда степень принадлежности конкретного входного

вектора  $X^* = \{x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*\}$  нечетким термам  $d_j$  из базы знаний определяется системой нечетких уравнений.

Нечеткое множество, характеризующее прогнозируемую возможность реализации совместной стратегии  $\overline{B}^k$ , определяется комбинацией нечеткого множества  $A'$  и отношения  $R^k$ .

Тогда нечеткая импликация определяется в виде

$$\mu_{\overline{B}^k}(y) = \sup_{x_1, \dots, x_n \in X} \left\{ \mu_{B^k}(y) \prod_{i=1}^n \mu_{A_i}(x_i) \cdot \mu_{A_i}^k(x_i) \right\}, \quad (2.27)$$

где  $k = 1 \dots N$ .

Фаззификатор преобразует  $N$ -мерный входной вектор начальных данных о состоянии управляемого объекта, факторах внешней среды и управляющих воздействиях  $\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)^T \in X$  в нечеткое множество  $A'$ , характеризуемое функцией принадлежности  $\mu_{A'}(x)$ .

Четкое значение выхода  $Y$ , соответствующее входному вектору  $X^*$ , определяется в результате дефаззификации нечеткого  $\tilde{Y}$  [98].

Дефаззификация представлен следующим выражением:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{k=1}^N \bar{y}^k \mu_{\bar{B}^k}(\bar{y}^k)}{\sum_{k=1}^N \mu_{\bar{B}^k}(\bar{y}^k)}, \quad (2.28)$$

где  $\bar{y}^k$  — это центр нечеткого множества  $B^k$ , то есть точка, в которой  $\mu_{B^k}(y)$  достигает максимального значения. Блок дефаззификации позволяет выполнять обратную операцию — конечное прогнозируемое достижение совместной стратегии приводится от функции к точному числовому значению (рис. 12).

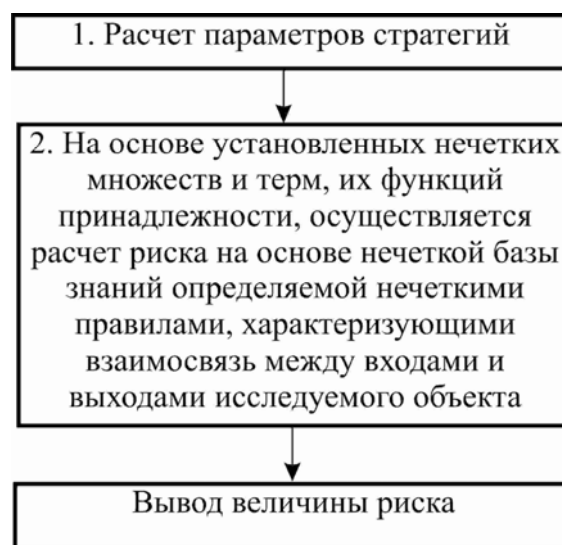


Рис 12. Последовательность вывода

Объединив метод дефаззификации (2.28), вывод согласно выражению (2.27), блок фаззификации и гауссовскую функцию принадлежности, прогноз возможности реализации можно представить в виде

$$\bar{y} = \frac{\sum_{k=1}^N y^{-k} \left( \prod_{i=1}^n \left[ - \left( \frac{\bar{x}_i - x_i^{-k}}{y^{-k}} \right) \right] \right)}{\sum_{k=1}^N \left( \prod_{i=1}^n \left[ - \left( \frac{\bar{x}_i - x_i^{-k}}{y^{-k}} \right) \right] \right)}, \quad (2.29)$$

где параметры  $\bar{x}_i$  и  $x_i^{-k}$  представляют собой центр и ширину гауссовской функции [79]. Она опосредует собой функции принадлежности, используемые в прогнозировании совместной реализации стратегий и рассчитать вероятность.

Для формирования нечеткой базы знаний устанавливается причина его возникновения на основе статистических данных.

Затем строятся функции принадлежности, которые позволят вычислить степень принадлежности произвольного элемента универсального множества к нечеткому множеству.

Как отмечает В. В. Подиновский [70], существует два способа построения такой функции: прямой и косвенный. Прямой способ основывается на мнении экспертов, а косвенный использует более осторожное вмешательство человека в результат (главная задача разбивается на частные), например, метод парных сравнений.

Изменение термов для лингвистической переменной, например, «дефицит финансовых ресурсов для реализации совместной стратегии» осуществляется на отрезке  $[0,1]$ , который разделяется произвольными точками  $x_1, x_2, \dots, x_n$  на малые интервалы длины  $\Delta x_{i-1} = x_i - x_{i-1}$ . Вероятность попадания каждой случайной величины  $\bar{x}$  на интервал  $(x_{i-1}, x_i)$  обозначим:  $P(x_{i-1} < \bar{x} < x_i)$ .

Далее устанавливаются однозначные границы действия термов для лингвистической переменной «дефицит финансовых ресурсов»:  $[0, 0,15]$  — для терма «Низкий»,  $[0,3, 0,5]$  — для терма «Средний»,  $[0,6, 1]$  — для терма «Высокий».

Результат построения функции принадлежности нечетких множеств «Низкий», «Средний», «Высокий» может быть представлен в виде, изображенном на рис. 13.

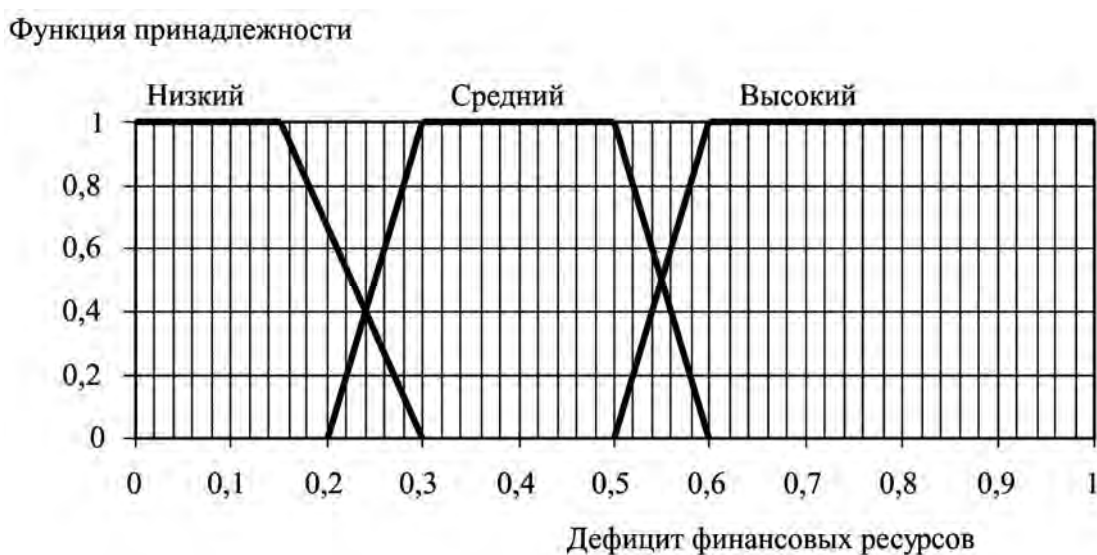


Рис. 13. Функции принадлежности нечетких множеств, характеризующих риск влияния дефицита финансовых ресурсов на реализацию совместной стратегии: «Низкий», «Средний», «Высокий»

Аналогично строятся функции принадлежности для лингвистической переменной «Риск», поставленные в соответствие для каждого терма. Для получения нечеткого вывода составляется совокупность нечетких импликативных суждений, которые определяют взаимосвязь между входами и выходами управляемого объекта.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В монографии выявлена актуальность задачи управления, связанной с изучением и обобщением результатов деятельности успешных социально-экономических систем с целью обнаружения механизма, позволяющего повысить эффективность функционирования менее успешных систем. Совершенствование управления социальными и экономическими системами на основе идентификации параметров позволяет прогнозировать эффективность их функционирования, базирующуюся на ретроспективной информации. Необходима достаточно точная количественная оценка эффективности реализации того или иного проекта, опирающаяся на обоснованную систему показателей. Для ее решения требуется информация, связанная как с затратами, так и с результатами. Получение этой информации целесообразно на основе использования теории подобия, когда единичный объект выделяется из группы объектов, подчиняющихся одному и тому же уравнению связи, присоединением к нему условий однозначности. Моделирование влияния человеческого фактора на основе теории подобия в организационных структурах автодорожного комплекса возможно, если входящие в условия величины однозначны. Реально существующие объекты должны иметь одинаковые критерии, в том числе и составленные из однозначных критериев.

Моделирование совокупности идентификационных признаков весьма перспективно при решении задачи управления, направленной на реализацию стратегии постоянного освоения новшеств в организационных системах автодорожного комплекса. Идентификационный подход позволит положительно решить важнейшую задачу — на основе интегральной оценки разрабатывать согласованные стратегии организационных систем автодорожного комплекса и организационных систем автомобильного транспорта.

## Библиографический список

1. *Акифьев, С. Н., Демин, С. С.* VII Всероссийский симпозиум «Стратегическое планирование и развитие предприятий», Москва, 11—12 апр., 2006 : тезисы докладов и сообщений. Секц. 3. Опыт стратегического планирования на российских и зарубежных предприятиях. — М. : Изд-во ЦЭМИ РАН, 2006. — С. 9—10.
2. Распознавание импульсов нейронов на основе нелинейных уравнений динамики / Т. И. Аксенова, О. К. Чибирова, А. А. Дрига, И. В. Тетко, А. И. П. Вилла : труды международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO'2000. Москва, 26—28 сентября 2000 г. — М. : ИПУ РАН, 2000. — С. 863—876.
3. *Анисимов, А. С., Кононов, В. Т.* Идентификация порядка линейного разностного уравнения // Идентификация систем и задачи управления (SICPRO'2000) : труды международной конференции, Москва, 26—28 сент. 2000 г. — М., 2000. — С. 979—991.
4. *Антонов, А. В.* Системный анализ. — М. : Высшая школа. 2004.
5. *Антонов, А. В.* Об одном методе проверки однородности информации в случае параметрического оценивания характеристик надежности // Надежность и контроль качества. — 1993. — №10. — С. 20—32.
6. *Анисимов, О. С.* Стратегия и стратегическое мышление // Вопросы методологии. — 1999. — № 1, 2. — С. 114—130.
7. *Александров, А. Г., Орлов, Ю. Ф.* Конечно-частотная идентификация: динамический алгоритм [Электронный ресурс] // Проблемы управления. — 2009. — № 4. — С. 2—8. — Режим доступа: <http://pu.mtas.ru/upload/pb409.pdf> (дата обращения 29.06.2013).
8. *Аренков, Н. А., Багиев, Е. Г.* Бенчмаркинг и маркетинговые решения. — СПб. : Изд-во СПбУЭФ, 1997
9. *Бахур, А. Б.* Метод системного проектирования космических аппаратов на основе теории гомеостатического управления : дис. ... канд. тех. наук — М., 2009. — 152 с.
10. *Боброва, Т. В.* Модели управления реализацией инновационных проектов в дорожно-транспортном комплексе // Вестник СибАДИ. — №4 (18). — Омск : СибАДИ. — С. 60—64.
11. *Боев, Б. В.* Идентификация и диагностика в информационно-управляющих системах авиакосмической энергетики — М. : Наука, 1998. — 168 с.
12. *Боровик, В. С.* Совершенствование управления дорожным строительством в свете некоторых теорий организации и управления // Управление дорожно-строительным производством. — Волгоград, 1974.
13. *Боровик, В. С., Прокопенко, Ю. Э.* Модель впровадження досягнень науки на основі виробничої функції // Автомобильні дороги і дорожнє будівництво. Вып. 40. — Київ, 1987.
14. *Боровик, В. С.* Управление нововведениями в дорожном хозяйстве. — Волгоград, 1996.

15. *Боровик, В.С.* Управление дорожно-строительным производством в условиях инновационного развития. — Волгоград : ВолгГАСУ, 2008. — 240 с.
16. *Боровик, В. С., Прокопенко, Ю. Е., Седова, А. С.* Роль времени при прогнозировании результатов деятельности предприятия в условиях инновационного развития // Известия вузов. Строительство.— Вып. 11, 12. — Новосибирск, 2008. — С 89—93.
17. *Боровик, В. С., Седова, А. С.* Теоретические аспекты определения реакции на внедрение нововведений в дорожной отрасли. Экономические проблемы повышения эффективности дорожного хозяйства : сборник научных трудов МАДИ (ИТУ). — М. : МАДИ, 2008. — С. 42—50.
18. *Боровик, В. С.* Моделирование процесса выхода из проблемной ситуации в организационно-хозяйственных системах // Известия Волгоградского государственного технического университета. — №6 (54). — Волгоград, 2009. — С. 51—54.
19. *Боровик, В. С., Васильева, Л. П.* Определение оптимальных запасов материалов для предприятий дорожной отрасли : научное издание. — Волгоград : ВолгГАСУ, 2010. — 100 с.
20. *Боровик, В. С., Седова, А. С.* Определение реакции дорожно-строительного производства на внедрение прогрессивных технологий : научное издание. — Волгоград : ВолгГАСУ. 2011. — 128 с.
21. *Боровик, В. С., Зайцева, Е. Ю.* Моделирование управления в социально-экономических системах с учетом человеческого фактора на основе теории подобия // Известия ВолгГТУ. Межвузовский сборник научных статей. — №15 (102) — Волгоград : ВолгГТУ, 2012.— С. 8—11.
22. *Васильев, В. И.* Интеллектуальные системы управления. Теория и практика: учеб. пособие. — М. : Радиотехника, 2009. — 392 с.
23. Разработка математических компьютерных моделей метаболизма глюкозы живой клетки [Электронный ресурс] / И. Н. Воронцов, Н. В. Келдыш, М. С. Базлев, И. С. Михаевич, Т. И. Солнцева, Т. И. Сухова, Г. К. Герасимова // Российский биотерапевтический журнал. — № 2. Т. 8 — М. : Издательская группа РОНЦ, 2009. с. 6 — Режим доступа <http://www.ronc.ru/ronc/zhurnaly/91-rossijskij-bioterapevticheskiy-zhurnal-/2037-pomera-zhurnala-za-2009-god.html> (дата обращения 23.06.2013).
24. *Ворожцов, В. П., Копылов, А. А.* Восприятие нововведений в науке и технике как комплексная проблема // Методологические проблемы совершенствования взаимодействия науки и производства. — Новосибирск : Наука, 1985. — С 59—64.
25. *Генкин, Б. М.* Экономика и социология труда. — М. : Изд. группа НОРМА-ИНФРА, 1998.
26. *Гинсберг, К. С.* Наука управления на пути создания общей теории идентификации объектов управления (по материалам IX Международной конференции «Идентификация систем и задач управления» SICPRO) // Проблемы управления, 2012. — №4.

27. *Гинсберг, К. С., Басанов, Д. М.* Идентификация и задачи управления // *Материалы конференции SICPRO'05.* Москва, 25—28 января 2005. С. 56—63.
28. *Гмурман, В. Е.* Теория вероятностей и математическая статистика. — М. : Юрайт, Высшая школа, 2009.
29. *Гринченко, С. Н.* Системная память живого (как основа его метаэволюции и периодической структуры). М.: ИПИРАН, Мир, 2004, 512 с.
30. *Гребенюк, Е. А.* Методы последовательной проверки гипотез в задачах анализа случайных процессов при наличии в них структурных изменений // *Автоматика и телемеханика*, 2001. — № 12. — С. 58—76.
31. *Гугушвили, А. Ш., Рурура, А. А., Сесадзе, В. К.* Применение теории катастроф в адаптивных системах управления с идентификатором // *Труды международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'2000.* Москва, 26—28 сентября 2000 г. — М. : ИПУ РАН, 2000. — С. 83—91.
32. *Добровидов, А. В., Кошкин, Г. М.* Непараметрическое оценивание логарифмической производной плотности для последовательностей с сильным перемешиванием // *Автоматика и телемеханика*, 2001. — № 9. — С. 63—88.
33. *Еремин, В. М.* Проблемы виртуальной реальности и проблемы идентификации систем // *Труды Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'2000.* Москва, 26—28 сентября 2000 г. — М. : ИПУ РАН, 2000. — С. 1574—1580.
34. *Затуливетер, Ю. С.* Проблемы глобализации парадигмы управления в математически однородном поле компьютерной информации. Ч. I. Кибернетизация социосистемы // *Проблемы управления*, 2005. — № 1. — С. 2—10.
35. *Зверев, Г. Н.* Метаинформатика, искусственный интеллект и основания языка науки // *Интеллектуальные системы управления / под ред. акад. РАН С. Н. Васильева.* — М. : Машиностроение, 2010. — С.7—16.
36. *Зайцева, Е. Ю.* Роль мотивации в интенсификации дорожно-строительных работ. Повышение надежности и долговечности автомобильных дорог и искусственных сооружений: Всероссийская НПК Кубанского ГГУ. — Краснодар, 2000г. — С. 79—82.
37. *Зайцева, Е. Ю.* Моделирование мотивационной деятельности на предприятиях дорожной отрасли // *Проблемы строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог Юга Российской Федерации и пути их решения : материалы научно-практической конференции.* — Волгоград, 2009.
38. *Зайцева, Е. Ю.* Оценка влияния мотивации на реакцию отторжения инноваций в дорожной отрасли // *Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России : материалы IV научно-технической*

конференции аспирантов и молодых ученых. — Волгоград : ВолгГАСУ, 2010. — С. 220—222.

39. *Заде, Л.* Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. — М. : Мир, 1976.

40. *Ильясов Б. Г.* Научная школа по теории систем и управления сложными динамическими объектами // Полет «УГАТУ 70 лет»: Общероссийский науч.-технич. журн. – М. : Машиностроение, 2002. — С. 13—17.

41. *Кабальнов, Ю. С., Ковтуненко А. С., Масленников В. А.* Нейросетевые алгоритмы структурной идентификации входной информации в иерархических базах данных // Журнал «Нейрокомпьютеры: разработка, применение», 2007. — № 10.— С. 50—53

42. *Качала, В. В.* Разработка алгоритмов идентификации сложных технологических объектов (на примере производства фталевого ангидрида): дисс. ... канд. техн. наук. — М., 1983. —139 с.

43. *Квасов, А. С.* Принципы построения адаптивных моделей управления биосоциальными системами // Труды международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'2000, Москва, 26—28 сентября 2000 г. — М. : ИПУ РАН, 2000. — С. 818—823.

44. *Киган, Роберт, Лейхи, Лайза Лэскоу* Истинная причина нелюбви к переменам. Корпоративная культура и управление изменениями / пер. с англ. — М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. — С. 47.

45. *Киселева, Т. В., Ляховец, М. В.* Многовариантное натурно-математическое моделирование технических и человеко-машинных систем [Электронный ресурс] // Труды международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'2000, Москва, 26—28 сентября 2000 г. — М. : ИПУ РАН, 2000. — С. 2270—2277.

46. *Кирпичев, М. В.* Теория подобия / Теория подобия и тепловое моделирование. — М. : Наука, 1987.

47. *Крылов, Э. И.* Анализ эффективности производства, научно-технического прогресса и хозяйственного механизма. — М. : Финансы и статистика. 1991. — С. 22, 44.

48. *Кузнецов, Л. А., Воронин, А. С.* Автоматизированное определение и идентификация рамочных технологий // Методы менеджмента качества, 2008. — №12. — С. 26—31.

49. *Кулаков, С. М., Львова, Е. И.* Идентификация в системном представлении // Металлургия на пороге XXI века: достижения и прогнозы: материалы Всероссийской научно-практической конференции. — Новокузнецк : СибГИУ, 2000. — С. 211—214.

50. *Кузьмин, А. М.* Метод «Бенчмаркинг» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.inventech.ru/pub/methods/metod-0029/> (дата обращения : 07.04.2013).

51. Лапко, А. В., Ченцов, С. В. Непараметрические системы обработки информации — М. : Наука, 2000. — 350 с.
52. Лащенко, К. В. Дополнительные главы математического анализа. Ч. 2. Мера и интеграл Лабега. — Л., 1997.
53. Ловцов Д. А., Богданова М. В., Сергеев Н. А. Финансовая математика: Монография / под ред. Ю. М. Осипова, Р. М. Нижегородцева. — М. : ТЕИС, 2001. — С. 378 — 401).
54. Львов, Д. С. Россия в глобализирующемся мире. Стратегия конкурентоспособности. — М. : Наука, 2006. — С. 143.
55. Львова Е. И. О комплексной технологии многовариантной идентификации зависимостей на примере объектов черной металлургии // Изв. вузов. Чер. металлургия. — 2000. — № 4. — С. 62—63.
56. Магун, В. Трудовые ценности Российского населения // Вопросы экономики, 1995. — №1.
57. Макаров, В. В. Идентификация заимствований в прикладных программах. — М. : НИЯУ МИФИ, 2010. — С. 96—98.
58. Маркович, Н. М. Статистический анализ кластеров экстремальных величин и его применение [Электронный ресурс] : труды IX Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO'2012, Москва. — М. : ИПУ РАН, 2012. — Т1. — С. 1024—1034.
59. Мехонцева, Д. М. Особая роль планирования в рыночных отношениях // Управление организацией: диагностика, стратегия, эффективность : материалы XII Международной научно-практической конференции 15—16 апреля 2004 г. — М. : Издательский дом «МЕЛАП», 2002. — 256 с.
60. Миркин, Е. Л. Разработка библиотеки блоков для имитационного моделирования адаптивных систем с предикторным управлением в SIMULINK: тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Проектирование научных и инженерных приложений в среде MATLAB», 28—29 мая 2002 г. — М. : ИПУ РАН. 2002. — 207 с.
61. Мордашев, В. В., Мордашев, М. В. Нелинейный многофакторный анализ для задач идентификации управления : труды Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO'2000, Москва, 26—28 сентября 2000 г. — М. : ИПУ РАН, 2000. — С. 170—181.
62. Мунасыпов, Р. А. Синтез адаптивных многосвязных систем автоматического управления газотурбинными двигателями структурными методами [Электронный ресурс] : дисс. ... д-ра техн. наук. — Уфа, 2003. — 382 с.
63. Мушик, Э., Мюллер, П. Методы принятия технических решений. — М. : Мир, 1990.
64. Мышляев, Л. П., Львова, Е. И. О проблеме идентификации объектов в системах автоматизации управления : труды XIII международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения и информатики». — М. : МГУПИ, 2010. — С. 126—131.

65. *Нечай, Т. А.* Оценка затрат на новую технику. — М. : Экономика, 1978. — С. 30, 55.
66. *Остах, С. В.* Идентификация опасностей и риск-анализа, связанных с угрозами чрезвычайных ситуаций, обусловленных нефтеразливами [Электронный ресурс] : материалы XXI научно-технической конференции «Системы безопасности — 2004». — М. : Академия ГПС МЧС России, 2004. — С. 48—51. — Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/konf/2004/sb-2004/sec-1-04/1.14.pdf> (дата обращения 01.07.2013).
67. *Панкова, Л. А.* Онтологические модели поиска экспертов в системах управления знаниями научных организаций // Проблемы управления, 2011. — № 6. — С. 52—60.
68. *Патрушев, В. Д., Бессокирная, Г. П., Темницкий, А. Л.* Рабочие на частном предприятии: мотивация, оплата труда и удовлетворенность работой // Социсследования, 1998. — №4.
69. *Петренко, Л. К., Мартынов, О. Н.* О факторах, влияющих на внедрение нововведений в строительных организациях // Известия вузов. Строительство и архитектура, 1990. — №5.
70. *Подиновский, В. В.* Формирование набора лучших объектов при частичной информации о предпочтениях // Искусственный интеллект и принятие решений, 2008. — №4.
71. *Прангишвили, И. В., Лотоцкий, В. А., Гинсберг, К. С.* [Электронный ресурс] : материалы международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO'2000. — Режим доступа: URL:[http://w3.rfbr.ru/default.asp?doc\\_id=4495](http://w3.rfbr.ru/default.asp?doc_id=4495) (дата обращения 19.06.2013).
72. *Разумов, В. И., Сизиков, В. П.* Информационный подход к производству инноваций [Электронный ресурс] // II Всероссийская научно-практическая конференция «Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования — III», Форум ИННОВАТИКА-ОМСК, 23—27 апреля 2012 г. — Режим доступа: [http://omskmark.moy.su/publ/society/infocommunications/2012\\_razumov\\_v\\_i\\_sizikov\\_v\\_p\\_informacionnyj/13-1-0-435](http://omskmark.moy.su/publ/society/infocommunications/2012_razumov_v_i_sizikov_v_p_informacionnyj/13-1-0-435) (дата обращения 15.07.2013).
73. *Райбман, Н. С.* Дисперсионная идентификация. — М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. — 336 с.
74. *Ромащев, А. А.* Идентификация порядка нестационарных объектов методом тестовых сигналов // Проблемы управления, 2008. — № 2. — С. 24—29.
75. *Салуквадзе, М. Е., Шанишашвили, В. Г.* Структурная идентификация нелинейных непрерывных систем с обратной связью [Электронный ресурс]. // Труды межд. конф. «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO '2000, Москва, 26—28 сентября 2000 г. — М. : Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2000.

76. Сарно, А. А. Типы трудовой мотивации и их динамика // Социологические исследования, 1999. — №5.

77. Сетдикова, Н. Х. Иммуномодуляторы в комплексной терапии иммунокомпроментированных пациентов [Электронный ресурс] : дис. ... д-ра мед. наук. — М., 2002. —44, [3] с.

78. Скоморохов, В. А. Функциональный подход, метод однозначного решения систем нелинейных уравнений с управляемыми параметрами и построение на их основе общей теории текстовых структур инвариантного преобразования информации // Труды Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO'2000, Москва, 26—28 сентября 2000 г. — М. : ИПУ РАН, 2000. — С. 2287—2462.

79. Скоробогатченко, Д. А. Методологические основы управления эксплуатационным состоянием автомобильных дорог по качественным параметрам, задаваемым вербально. — Волгоград : ВолгГАСУ, 2011. — 219 с.

80. Смолянинов, В. В. Пространственно-временные задачи локомоторного управления [Электронный ресурс] // Успехи физических наук (УФН) 170 (октябрь 2000). — С. 1063—1128 — Режим доступа: [http://ufn.ru/ufn00/ufn00\\_10/Russian/r0010b.pdf](http://ufn.ru/ufn00/ufn00_10/Russian/r0010b.pdf) (дата обращения 15.07.2013).

81. Спицин, А. В. Адаптивный алгоритм с идентификацией частотной характеристики [Электронный ресурс] // Труды Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'2000, Москва, 26—28 сентября 2000 г. — М. : ИПУ РАН, 2000. — С. 1710—1714.

82. Степашко, В. С. Автоматизированная структурная идентификация прогнозирующих моделей сложных объектов : дис...д-ра техн. наук. — Киев : НАН Украины, 1994. — 301 с.

83. Суворов, В. В. Интеллект и креативность — междисциплинарный подход и парадигма системообразования. Психологические исследования интеллекта и творчества // материалы научной конференции «Интеллект и творчество: научные традиции и современные исследования», 7—8 октября 2010 г. — М. : Институт психологии РАН. — С. 32—35.

84. Сысоев, Л. П., Шайкнин, М. Е. Идентификация коммутативных ковариационных структур с использованием процедур последовательной проверки статистических гипотез // Автоматика и телемеханика, 2005. — № 3. — С. 48—64.

85. Тахтаджян, А. Л. Тектология: история и проблемы. Системные исследования // Ежегодник института истории, естествознания и техники АН СССР. — М. : Наука, 1972.

86. Терехов, Л. Л. Производственные функции. Статистика. — М., 1974.

87. Толкачева, А. С. Проблемы методологии планирования и измерения эффективности производства. — М. : Экономика, 1975. — С. 133—138.

88. Уваев, А. И., Минко, А. А. Особенности обобщенной параметрической идентификации объектов управления на основе модели вход-выход. Новые информационные технологии в научных исследованиях и образовании:



материалы XII Всероссийской научно-технической конференции студентов. РГРТУ, 2007. — С. 210—213.

89. *Хайман, Д. Н.* Современная микроэкономика: анализ и применение. — М. : Финансы и статистика. 1992.

90. *Хлебалин, Н. А.* Аналитический синтез регуляторов в условиях неопределенности параметров объекта управления : дис. ... канд. тех. наук. — Саратов, 1984. — 236 с.

91. *Хомякова, С. В.* Моделирование и оценка оптимальной стратегии предприятия на международных рынках на основе бенчмаркинга [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.econ.asu.ru/lib/sborn/regec2003/pdf/19.pdf> (дата обращения 29.07.2013).

92. *Чадеев, В. М.* Цифровая идентификация нелинейных динамических объектов [Электронный ресурс] // Автоматика и телемеханика, 2004. — № 12. — С. 85—93.

93. *Шемакин, Ю. И.* Семантика самоорганизующихся систем : учебное пособие для вузов. — М. : ГРИФ, 2003. — 176 с.

94. *Ширкова, Е. Э.* Проблемы междисциплинарной интеграции знаний в моделировании сложных систем [Электронный ресурс] // Труды Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН. Выпуск IV. — Петропавловск-Камчатский : Камчатский печатный двор, 2003. — С. 257. — Режим доступа: <http://www.kftig.com/publications/trudy/trudy4/13.htm> (дата обращения 29.07.2013).

95. *Шишков, Ю.* Россия на развилке стратегических дорог // Мировая экономика и международные отношения, 2007. — №12.

96. *Шилевски, Э. Л.* Дискриминантный анализ в идентификации динамических систем [Электронный ресурс] // Труды Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO'2000, Москва, 26—28 сентября 2000 г. — М. : ИПУ РАН, 2000. — С. 650—658.

97. *Шуклин, И. Н.* Экономика и социология труда : учебное пособие. — Вятка : Вятский государственный университет, 2001.

98. *Щербаков, М. В., Скоробогатченко, Д. А.* Оптимизация управленческих решений в организационно-хозяйственных системах автодорожного комплекса с использованием моделей интеллектуального анализа данных // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах», 2011. — № 12 (60). — С. 66—69.

99. *Юдицкий, А. Б., Назин, А. В.* Достижимые информационные границы в задаче адаптивного управления нелинейными стохастическими системами при непараметрической неопределенности // Автоматика и телемеханика, 1999. — № 3. — С. 180—195.

100. *Ядыкин, И. Б.* О свойствах грамианов непрерывных систем управления // Автоматика и телемеханика, 2010. — № 6. — С. 39—50.

101. Ярмолинский, В. А., Хакимов, А. М. Повышение эффективности использования производственных ресурсов в условиях неопределенности финансирования дорожных проектов // Вестник Тихоокеанского государственного университета, 2011. — № 1 (20).
102. Принятие решений в условиях неопределенности. Критерии анализа ситуаций [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://it.kgsu.ru/IO/io\\_013.html](http://it.kgsu.ru/IO/io_013.html) (дата обращения 29.07.2013).
103. Construction Industry Institute. Strategic Plan. — Austin : The University of Texas, 1996.
104. Eddowcs, M, Stanfield, R. Decision making techniques. — Published by Longman group UK Ltd, 1991.
105. Filipescu, A., Macuta, S. Robust variable structure adaptive controller with special relay switching function [Электронный ресурс] // Труды Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO'2000, Москва, 26—28 сентября 2000 г. — М. : ИПУ РАН, 2000. — С. 1061—1070.
106. Mole, V., Elliot, D. Enterprising innovation: An alternative approach. — L. : Pinter, 1987. — P. 180.
107. McQuade, E., Rurua, A. Simulation and application of a robust adaptive controller [Электронный ресурс] // Труды Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO'2000, Москва, 26—28 сентября 2000 г. — М. : ИПУ РАН, 2000. — С. 1045—1056.
108. The competitive challenge: Strategies for industry. Innovation a renewal. — Cambridge (Mass.), 1987. — P. 3.
109. Tolchinsky, P. D., Panney, J. H. Preventing. TOM crash landings // J. Qual and Particip, 1994. — №4. — P. 50.

Научное издание

**Боровик** Виталий Сергеевич  
**Зайцева** Елена Юрьевна

**МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ  
АВТОДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА С УЧЕТОМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА**

Публикуется в авторской редакции

Подписано в свет 31.01.2014.

Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 3,3. Объем данных 1,3 Мбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»  
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1  
<http://www.vgasu.ru>, [info@vgasu.ru](mailto:info@vgasu.ru)