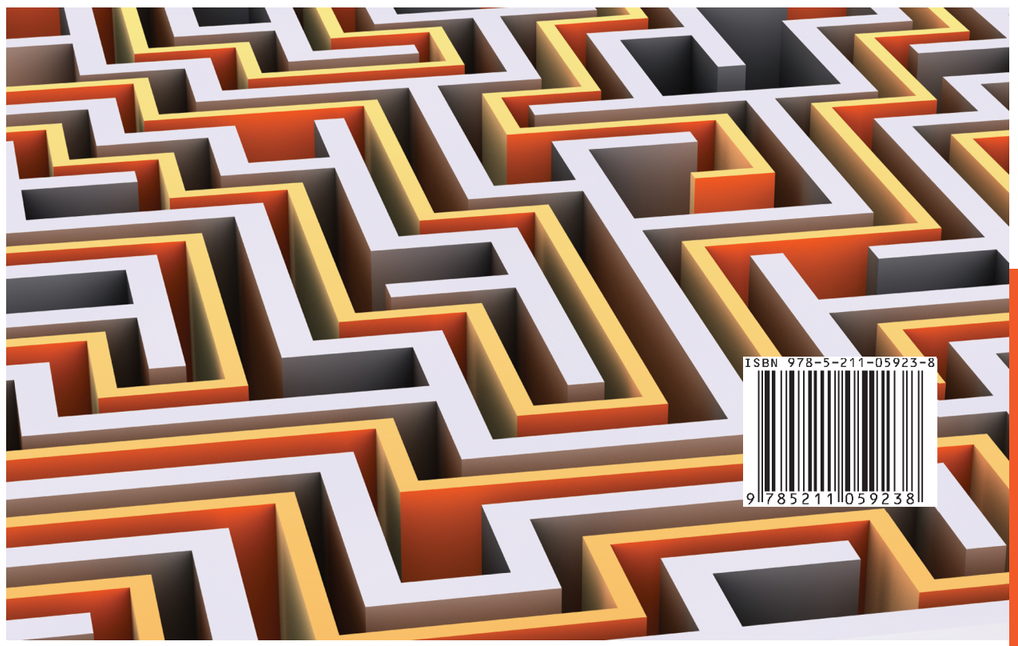
Дмитрий Юрьевич Каталевский, выпускник факультета государственного управления МГУ имени М.В. Ломоносова (2004), магистр в области управления Государственного университета штата Нью-Йорк (2005), кандидат экономических наук (2008). Автор лекционного курса по системному мышлению и основам имитационного моделирования в управлении в МГУ имени М.В. Ломоносова, имитационных моделей и деловых игр, соруководитель Российского общества системной динамики *(www.sysdynamics.ru)*. Научные интересы – управление сложными системами, системное мышление, агентное моделирование и системная динамика, принятие управленческих решений. Замечания и пожелания автор с благодарностью примет по электронному адресу *dkatalevsky@yahoo.com*.



ISBN 978-5-211-05923-8

Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении

Д.Ю. Каталевский

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Факультет государственного управления

Д.Ю. Каталевский

ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В УПРАВЛЕНИИ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. Ломоносова
Факультет государственного управления
Российское общество по системной динамике

Д.Ю. Каталевский

ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В УПРАВЛЕНИИ

Учебное пособие

Издательство
Московского университета
2011

УДК 34
ББК 65.050.2; 67.401
К29

Рекомендовано к печати Редакционно-издательским советом факультета государственного управления МГУ имени М.В. Ломоносова

Рецензенты:
кандидат экономических наук, доцент МГУ имени М.В. Ломоносова *М.М. Крюков*,
кандидат экономических наук, доцент ГУУ *Н.Н. Лычкина*

Каталевский Д.Ю.

К29 Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: Учебное пособие. — М.: Издательство Московского университета, 2011. — 304 с., ил.

ISBN 978-5-211-05923-8

В основу данного учебного пособия легли материалы лекций по имитационному моделированию и управлению сложными системами, прочитанные автором в МГУ имени М.В. Ломоносова. В пособии рассматриваются основы принятия управленческих решений в динамически сложной среде, феномены контр-интуитивного и «возникающего» поведения систем. Последовательное изучение материала позволяет сформировать навыки системного мышления.

В работе предлагается современный инструментарий, необходимый сегодняшним специалистам по управлению для понимания сложных систем: причинно-следственные диаграммы, системно-динамические и агентные имитационные модели. Автор приводит множество актуальных примеров из практики государственного и делового управления.

Для студентов экономических и управленческих специальностей, а также для широкого круга читателей, желающих расширить свои познания в области системного мышления и познакомиться с основами поведения и имитационного моделирования сложных систем.

Ключевые слова: системная динамика, агентное моделирование, системное мышление, сложные системы, управление сложностью, имитационное моделирование, имитационные игры, возникающее поведение, зависимость от предыдущей траектории развития, акселераторы роста.

УДК 34
ББК 65.050.2; 67.401

© Каталевский Д.Ю., 2011
ISBN 978-5-211-05923-8 © Издательство Московского университета, 2011

Katalevsky_1.indd 2 28.03.2011 16:10:09

Оглавление

Предисловие..... 5

Введение. В тисках первобытного мышления: обратная сторона информационного сообщества..... 8

Часть 1

ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Глава 1. СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ В УПРАВЛЕНИИ..... 15

1.1. Особенности принятия решений в динамически сложной среде 15
1.2. Управление на основе обратной связи: концепция обратной связи в экономике и науке управления..... 26
1.3. Причины контр-интуитивного поведения систем..... 33
1.4. Роль ментальных моделей в управлении организацией..... 41
1.5. Системная динамика: от истоков к современности 61

Глава 2. ОСНОВЫ СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ: ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ ДИАГРАММЫ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ 75

2.1. Причинно-следственные диаграммы как инструмент качественного анализа сложных систем..... 76
2.2. Типы нелинейного поведения сложных систем 88

Глава 3. ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИЕЙ: УПРАВЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТОВ ВОЗРАСТАЮЩЕЙ ОТДАЧИ..... 96

3.1. Возрастающая отдача в экономике 98
3.2. Эффекты зависимости от предыдущей траектории развития и блокировки системы 102
3.3. Конкурентная борьба на основе возрастающей отдачи: Microsoft и Apple..... 114
3.4. Модель управления ростом компании..... 121
3.4.1. Акселератор осведомленности о продукции..... 121
3.4.2. Акселераторы экономии на масштабе производства, экономии на масштабе деятельности, экономии за счет опыта ... 124
3.4.3. Акселераторы сетевых экстерналий и комплементарных товаров 127

Katalevsky_1.indd 3 28.03.2011 16:10:10

3.4.4. Акселератор дифференциации свойств продукта 129
3.4.5. Акселератор разработки новых продуктов..... 130
3.4.6. Акселератор «рыночной власти»..... 131
3.4.7. Акселератор слияний и поглощений..... 133
3.4.8. Акселератор квалифицированных кадров..... 134

Глава 4. ОТ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ ДИАГРАММ К ИМИТАЦИОННЫМ МОДЕЛЯМ..... 138
4.1. От причинно-следственных диаграмм — к потоковым 138
4.2. Имитационное моделирование распространения инноваций... 147
4.3. Модель Ф. Басса 152
4.4. Моделирование организаций: ресурсный подход и системная динамика..... 160

Глава 5. СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА И АГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 171
5.1. Экономика сложности и агентное моделирование..... 171
5.2. Построение агентных моделей 182
5.3. Агентное моделирование на примере имитационной игры «Евросвязь»..... 193
5.4. Агентное моделирование и системная динамика: сравнительный анализ 197

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ 204

Часть 2

СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА В ДЕЙСТВИИ

Кейс № 1. ДТП и безопасность на дорогах: пример контр-интуитивного поведения систем 207
Кейс № 2. Некоторые аспекты моделирования добычи нефти 213
Кейс № 3. Стратегия лидера: управление ростом компании «Евросеть»..... 224
Кейс № 4. Стратегия развития компании Microsoft: управление на основе акселераторов роста 246
Кейс № 5. Системная динамика в управлении природными ресурсами..... 266

Textbook Summary..... 290

Contents 297

Приложение 1. Программа курса «Основы системного анализа и имитационного моделирования в управлении»..... 299

Приложение 2. Список рекомендованной литературы..... 302

Katalevsky_1.indd 4 28.03.2011 16:10:11

Предисловие

Учебное пособие Д.Ю. Каталевского вводит в мир понятий и связей сложных системных динамических процессов современности. Автор, выпускник факультета государственного управления МГУ и Государственного университета штата Нью-Йорк (США), получал знания о системной динамике «из первых рук» — от создателя этого метода, профессора Джея Форрестера, и его ближайших учеников.

Метод системной динамики — это способ интеллектуального оперирования весьма разнородными понятиями для управления сложными и сверхсложными системами.

Становление российской государственности, освоение забытых форм собственности и экономических отношений требует образовательных усилий и новых методов управления. В современной ситуации управленец сталкивается с различными и часто противоположными ценностями и модальностями поведения, измерить которые «общим аршином» не удается. Курс лекций и практикумов, проведенный автором на факультете государственного управления, позволил предложить это пособие как результат педагогического процесса и как успешное введение в курс игрового имитационного моделирования.

Издание данного пособия продолжает начатое В.Н. Сидоренко переиздание учебников на русском языке, вышедших десять лет назад в МГУ и ставших библиографической редкостью.

Д.Ю. Каталевский сопровождает пособие многочисленными оригинальными графическими иллюстрациями, включая каузальные диаграммы, — азбукой, на которой построены системно-динамические модели, а также наглядными примерами управленческих решений.

Перед читателем не только открытая книга, это и открывшаяся возможность шаг за шагом освоить новый метод мышления, который по интересности, мощности и эффективности применительно к задачам управления государственными системами не уступает интегральному исчислению в математике.

Заведующий Лабораторией имитационного
моделирования факультета государственного
управления МГУ имени М.В. Ломоносова
проф. *Д.Н. Кавтарадзе*, лауреат Премии Президента
Российской Федерации в области образования

Katalevsky_1.indd 5 28.03.2011 16:10:11

Сказать, что сегодня мы живем в «мире перемен», значит не сказать ничего. Нарастание скорости изменений общественных и бизнес-процессов уже начинает превышать нашу способность рационально осознавать и осмысливать происходящие перемены. Умение выявить и правильно интерпретировать глобальный тренд, вычленив из гигабайтов окружающего хаоса байты и биты нужной информации, осмыслить ее и затем адаптироваться к новым условиям окружающего мира — вот необходимый навык для выживания любой организации. *Think big!* — мыслить глобально, мыслить перспективой, понимая, куда движется мир, — вот главный навык управленца XXI века. Пожалуй, нет лучшего и более мощного аналитического инструмента для этого, чем системная динамика и системно-динамический анализ.

Мое увлечение системной динамикой началось с учебы в американском Rockefeller College of Public Affairs and Policy. В то время я еще не знал, что некоторые из наших профессоров, например Дэвид Андерсен или Джордж Ричардсон, являются одними из лучших специалистов по имитационному моделированию не только в США, но и в мире. Потом был совместный коллоквиум с аспирантами из Слоановской школы бизнеса Массачусетского Института Технологий (MIT) и ежегодная конференция по системной динамике в Бостоне (2005). Тогда мне посчастливилось не только увидеть основателя системной динамики Джея Форрестера, но и поговорить с ним о перспективах ее применения в практике управления. Форрестер поделился со мной своим видением перспектив развития системной динамики, а также дал несколько ценных советов по поводу возможных методов продвижения этого мощного аналитического инструмента в России. Воплощением одного из его советов и является данное учебное пособие, составленное по просьбе студентов IV–V курсов факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова, которым в течение 2005–2011 гг. читались курсы «Стратегическое планирование и системный анализ» и «Основы имитационного моделирования в управлении».

В основу пособия легли материалы лекций, прочитанных студентам факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова, Высшей школы инновационного бизнеса (ВШИБ) МГУ имени М.В. Ломоносова, некоторые фрагменты моей диссертации, а также основные публикации и доклады на

Katalevsky_1.indd 6 28.03.2011 16:10:11

конференциях, «круглых столах» и практических семинарах по данной тематике.

Я хотел бы поблагодарить декана факультета государственного управления МГУ имени М.В. Ломоносова Сурина Алексея Викторовича за поддержку в издании данного пособия и моего бессменного научного руководителя — профессора, д.э.н. Молчанову Ольгу Петровну. Особую благодарность хочется высказать профессору, д.б.н. Кавтарадзе Дмитрию Николаевичу, без помощи которого публикация данного пособия была бы невозможна.

Эта книга посвящается моей маме, Сабаури Анжеле Владимировне.

Д. Каталевский,
кандидат экономических наук, MPA

Katalevsky_1.indd 7 28.03.2011 16:10:11

Введение

В ТИСКАХ ПЕРВОБЫТНОГО МЫШЛЕНИЯ: ОБРАТНАЯ СТОРОНА ИНФОРМАЦИОННОГО СООБЩЕСТВА

Исследование знаменитого российского ученого-философа и филолога Алексея Федоровича Лосева «Эстетика Возрождения» производит сильное впечатление — в особенности если говорить о разделе этого фундаментального труда под названием «Обратная сторона титанизма»[1]. Выдающиеся работы таких титанов эпохи, как Боттичелли, Рафаэль, Микеланджело и др., сегодня хорошо изучены. Однако шедевры великих мастеров, которыми мы не устаем восхищаться многие столетия, как оказалось, далеко не полно характеризовали ту эпоху. Именно А.Ф. Лосеву принадлежит, пожалуй, наиболее глубокое и вдумчивое исследование мрачной оборотной стороны этого противоречивого периода. Обратная сторона внимания к человеку, который как венец божественного творения был вознесен на пьедестал и которому посвящали свои работы титаны Возрождения, проявилась в развитии радикального индивидуализма, следствием которого стало безграничное самоутверждение человеческого эго и, таким образом, беззастенчивое самооправдание пороков и преступлений. Многие исторические примеры, приводимые Лосевым, способны поразить своей жестокостью даже вполне искушенного любителя современных киноужасов...

Предварить это учебное пособие мне бы хотелось некоторыми мыслями об *обратной стороне информационного общества*, в котором, по мнению ведущих философов, социологов и экономистов современности, мы сегодня живем.

Информация, информация, информация... мы тонем в ее потоках, обрушивающихся на нас ежедневно. В результате информационных перегрузок мы зачастую оказываемся не в состоянии рационально осмыслить весь этот массив. Специалисты подсчитали, что современный человек в день получает больше информации, чем среднестатистический человек эпохи Средневековья за годы жизни! «Все есть яд и все есть

[1] *Лосев А.Ф.* Эстетика Возрождения. М.: Мысль, 1978.

Katalevsky_1.indd 8 28.03.2011 16:10:11

лекарство», — говорил великий Парацельс. Информационная избыточность, с другой стороны, уравновешивается открывающимися новыми возможностями. Благодаря стремительному развитию Интернета сегодня нам доступны практически любые источники информации — от блогов до Британской энциклопедии, от сообщений ведущих новостных агентств до электронных архивов диссертаций и собрания библиотеки Конгресса США. В плане доступа мы обладаем колоссальными возможностями, о которых еще двадцать лет назад не приходилось и мечтать: например, представитель даже беднейшей страны мира может получить первоклассное образование ведущего университета США посредством Интернета. В частности, речь идет о проекте Массачусетского Технологического Института, в рамках которого программа бизнес-образования Слоановской школы бизнеса с лекциями преподавателей MIT находится в общественном доступе.

Изучение информации как феномена является одним из важнейших разделов социологии и экономики, ему посвятили свои исследования крупнейшие философы и социологи современности: Дэниел Белл, Жан Бодрийяр, Мануэль Кастельс, Юрген Хабермас, Энтони Гидденс, Жан-Франсуа Лиотар и многие другие. Поскольку настоящее пособие посвящено эффективному *способу мышления*, что необходимо управленцу для выживания в современном информационно перегруженном мире, нас будет в первую очередь интересовать, каким образом «информационный взрыв», наблюдаемый в последние два десятилетия, изменяет нашу способность *рационально осмысливать происходящее*, синтезировать информацию и делать корректные выводы. Как мы увидим далее, как раз в неспособности качественно осмысливать информацию, синтезировать из нередко противоречивых битов и байтов мозаичной картинки целостное представление о мире и заключается, пожалуй, главный недостаток современного управленца.

Обратной стороной информационной революции становится, как это ни парадоксально, тот факт, что постепенно мы скатываемся к **мифологизированному первобытному мышлению**. Как же это получается, что в XXI веке и в эпоху Интернета мы сравнительно недалеко ушли по способу восприятия мира от наших далеких предков? Здесь уместно процитировать известного ученого Люсьена Леви-Брюля (1857–1939), французского философа и антрополога, который в качестве основного критерия определения примитивного сознания отмечал склонность

Katalevsky_1.indd 9 28.03.2011 16:10:11

первобытных людей оперировать эмоциональными понятиями, а не логическими связями: «Коллективные представления первобытных людей не являются продуктом интеллектуальной обработки в собственном смысле этого слова. Они заключают в себе в качестве составных частей эмоциональные и моторные элементы, и, что особенно важно, они вместо логических отношений подразумевают более или менее четко определенные, обычно живо ощущаемые, “партиципации” (сопричастия)»[1].

А теперь давайте проанализируем современную окружающую нас информационную реальность. Ниже описываются лишь некоторые современные тренды, в совокупности чрезвычайно эффективно загоняющие наше мышление в рамки первобытного.

Подавляющее ***большинство современных СМИ работает на эмоции*** (***1***). Их главной задачей становится вызвать чувства у читателя. Зачастую, чтобы удержать его внимание, эмоции должны быть как можно сильнее. Стиль даже таких ведущих деловых изданий, как, например, *The Economist, Bloomberg, Newsweek* и многих других, содержит вкрапления экспрессии. Многие статьи начинаются с образного описания конкретного человека в определенной ситуации (это может быть фермер, пострадавший от засухи, или банковский клерк, потерявший работу в кризис, которому теперь нечем платить по ипотеке, и т.п. — вариаций бесчисленное множество), и только потом автор переходит к изложению проблемы в целом. В сознании читателя уже запечатлен *образ*, который позднее трансформируется в *символ* проблемы. Поскольку яркий символ легко запоминается, в этот момент и происходит незаметное переключение с критического осмысления события или явления на сопереживательно-эмоциональное.

По меткому выражению Роберта Салмона, «...вид пропитавшегося нефтью пеликана, распластанного на загрязненном нефтепродуктами пляже, имеет для привлечения к проблеме экологии больше значения, чем любые конференции специалистов»[2]. Проблема эмоционального стиля мышления, навязываемого нам современными СМИ, усугубляется также и тем, что до индивидуализированного общества, в котором мы живем, достучаться можно лишь средствами массовой информации. Это значительно сужает сознание человека: оно

[1] *Леви-Брюль Л.* Первобытное мышление. Психология мышления / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер и В.В. Петухова. М.: Изд-во МГУ, 1980. С. 130–140.

[2] *Салмон Р.* Будущее менеджмента. СПб.: Питер, 2004. С. 36.

Katalevsky_1.indd 10 28.03.2011 16:10:11

становится фрагментированным, мозаичным, быстро теряется целостность восприятия. Часто ситуация освещается весьма однобоко: достаточно вспомнить однотонно окрашенный поток информационных сообщений при взрыве на буровой платформе компании BP в Мексиканском заливе, информационное освещение военных кампаний в Ираке/Афганистане, операции «принуждения к миру» во время российско-грузинского конфликта в августе 2008 г. и т.п.

Нетрудно заметить, что эмоциональное мышление легко поддается всякого рода манипуляциям. Между тем у эмоционального мышления есть ряд других, не менее интересных особенностей.

Одним из побочных результатов эмоционального мышления является постоянное ***стремление к легким решениям*** (***2***). К *легким* решениям в бытовой, личной жизни, в профессиональном развитии, в бизнес- и государственном управлении. В этой области российские власти — постоянный источник ярких примеров: переименование милиции в полицию (вместо борьбы с коррупцией), запрет на ввоз подержанных иномарок для поддержки отечественного автопрома (вместо того, чтобы увеличивать конкурентоспособность российских предприятий) и прочие многочисленные образцы «потемкинских деревень» в управлении. Однако стремление к легким решениям свойственно не только российским властям — это феномен уже мирового масштаба.

Особенно наглядно оно проявляется в бизнес-литературе, которая наперебой предлагает быстрые и удобные «решения» проблем или способы достижения каких-либо целей. Достаточно вспомнить такие деловые бестселлеры, как «Семь навыков высокоэффективных людей» Дональда Трампа и Стивена Кови, «Как работать по четыре часа в неделю и при этом не торчать в офисе...» Тимоти Перриса, «Стартап. 11 мастер-классов от экс-евангелиста Apple...» Гая Кавасаки, «К черту все! Берись и делай!» Ричарда Брэнсона, «В поисках совершенства: уроки самых успешных компаний Америки» Тома Питерса, «От хорошего к великому: почему одни компании совершают прорыв, а другие нет» Джима Коллинза. Нетрудно догадаться, почему так велик интерес к подобного рода низкокачественной «интеллектуальной жвачке»: они предлагают читателю простые методы/привычки/шаги к достижению материального благосостояния, успешной карьере и прочему. Легкие решения, предлагаемые авторами, очень заманчивы. Вот только в реальности все оказывается намного сложнее.

Katalevsky_1.indd 11 28.03.2011 16:10:11

Смежный тренд — ***мифологизация кумиров*** (***3***). Биография любого успешного человека — политика, бизнесмена, артиста — чрезвычайно быстро обрастает мифологизированными подробностями эмоционального характера: с малых лет был лидером, начинал свой бизнес в подвале/гараже/с разноса газет, продажи кока-колы, работы на бензоколонке и т.п. Биографы и журналисты, которые по заказу штампуют жизнеописания в стиле глянцевых журналов, старательно выковывают образ целеустремленного, умного, решительного и т.п. супермена «self-made» и, таким образом, стремительно мифологизируют его.

Теперь рассмотрим последствия «первобытного мышления» современности, представляющие уже серьезную угрозу для развития общества.

Во-первых, **эмоциональное мышление ориентирует на краткосрочный результат**, *сиюминутную выгоду*. Это сродни циклу *«стимул—реакция»* в биологии: упомянутый пеликан, вымазанный нефтью, сразу же вызывает эмоциональное негодование в отношении нефтяной компании, допустившей утечку нефти, акцентируется необходимость соответствующих мер: наказать виновников (в частности — компанию BP). Между тем мало кто задумывается:

что многие годы до этого десятки компаний по всему миру вели подобные работы по нефтедобыче и авария на BP скорее представляет собой статистическую случайность, которая могла с равной вероятностью произойти с каждой из нефтяных компаний, занимающихся добычей нефти на шельфе;

каковы оптимальные способы нейтрализации подобных утечек в будущем.

И еще меньше тех, кто в этом случае захочет выслушать мнение геолога, профессионального эколога или ликвидатора аварии.

Еще тяжелее последствия эмоционально-мифологического мышления в приложении к сфере государственного управления. ***Государственные и политические лидеры перестают видеть перспективу*** — вместо тщательной проработки проблемы и беспристрастного анализа путей выхода из сложившейся ситуации звучат популистские лозунги. Как результат — проблема не получает *фундаментального* решения, направленного на ликвидацию ее первостепенной причины, оно подменяется *симптоматическими решениями,* направленными на нейтрализацию последствий.

Katalevsky_1.indd 12 28.03.2011 16:10:11

Во-вторых, удобство эмоционального мышления заключается в том, что **оно не требует доказательств или логического обоснования**. В свою очередь это *способствует появлению целого пласта экспертов, аналитиков* и, наконец, «*гуру*» от экономики, менеджмента, политики и т.п. В ранг «гуру» пробиться нелегко, в этом звании удается закрепиться лишь немногим, — зачастую тем, кто готов с легкостью выдавать поток прогнозов и «предвидений». Современный «гуру» от экономики, менеджмента, науки и т.п. похож на древнегреческую пифию: в случае если он оказался прав, ему обеспечено пристальное внимание СМИ, соответствующего «экспертного» сообщества и лавры провидца. Если же он ошибется... то об этом все скоро забудут из-за небывалой мощности современного информационного потока, который ныне обрушивается на среднестатистического человека. Таким образом, цикл его предсказаний и прогнозов регулярно самовоспроизводится.

В рамках подобного мышления становится очень трудно вести научно обоснованную дискуссию, поскольку аргументация зачастую из плоскости знания перемещается в плоскость мнения («Я думаю, что индекс РТС завтра вырастет на X%», «По мнению главного экономиста компании XYZ, в ближайшее время мы увидим понижательный тренд на рынке акций, вызванный...» и т.п.).

Эмоциональный тип мышления не требует *достоверности:* необходимость отвечать за свои слова и обосновывать свою точку зрения отпадает. Соответственно, *границы дозволенности исчезают* — теперь уже даже авторитетному СМИ не зазорно сослаться на мнение блоггера, у которого «в друзьях» несколько тысяч человек. Этот человек становится «экспертом» и зачастую смело берется рассуждать о том, о чем имеет весьма условное представление. А поскольку достоверность подобных рассуждений и прогнозов обычно никто не проверяет, у «экспертов» развязаны руки. Они могут давать любые прогнозы, всякий раз находят успешное ретроспективное объяснение тому, что *уже* случилось, и без колебаний берутся предсказывать будущее (а почему бы и не попробовать, если все равно ничем не рискуют — вдруг угадают?). В связи с этим, например, вспоминается один из отчетов аналитиков крупного российского инвестиционного банка (2007), в котором обосновывались головокружительные перспективы роста цен на московскую недвижимость, а вместе с тем и акций российских

Katalevsky_1.indd 13 28.03.2011 16:10:11

девелоперских компаний. Стоит ли говорить, что аналитики не понесли никакой ответственности, хотя рекомендованные к покупке акции компаний упали *в десятки раз* менее чем через полтора года.

Мы живем в обществе, где никто не несет личной ответственности — от аналитика до государственного чиновника. Первобытное мышление побуждает наш социум воспроизводить «шаманов», «жрецов» и «пифий», уверенно объясняющих нам практически любое явление — от динамики цен на акции до политических хитросплетений, но при этом не отвечающих за свои слова. Похожий механизм безнаказанности фактически стал спусковым крючком текущего мирового финансового кризиса, когда одни банки (коммерческие) в эйфории раздавали sub-prime кредиты, другие (инвестиционные) упаковывали их в пулы и продавали инвесторам после того, как третьи (авторитетные рейтинговые агентства) присваивали им высшие категории надежности.

Есть ли возможность вырваться из тисков первобытного мышления? Да! Этому и посвящена данная книга.

Katalevsky_1.indd 14 28.03.2011 16:10:11

Часть 1

ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Глава 1

СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ В УПРАВЛЕНИИ

1.1. Особенности принятия решений в динамически сложной среде

Принятие решений представляет собой важнейшую функцию любого управленца. Принято считать, что область принятия решений сравнительно хорошо изучена. Однако и сегодня вопрос эффективности принятия решений в стремительно изменяющейся окружающей среде остается открытым. Ученые спорят о природе принятия решений человеком — рациональна она или нет. Согласно экономистам, лицо, принимающее решение (далее ЛПР), — это рациональный человек, который имеет ясную систему приоритетов и эффективно обрабатывает имеющуюся у него информацию, принимая оптимальные решения[1]. Крайние варианты интерпретации рационального принятия решений предполагают наличие у ЛПР правильных представлений (известных также как интеллектуальные, «ментальные» модели) о таких сложных динамических системах, как, например, макроэкономика[2].

Многие исследователи, особенно сторонники поведенческого подхода в управлении, наоборот, склонны считать, что для ЛПР характерно принятие решений в условиях так называемой «ограниченной рациональности» (bounded rationality) — термин, который ввел в оборот известный ученый, лауреат Нобелевской премии по экономике 1978 г. Герберт Саймон[3]. Даже в случае умеренно сложной ситуации

[1] *Simon H.A.* Rationality in Psychology and Economics // The Journal of Business. 1986. Vol. 59. P. 209–224.

[2] *Sargent T.J.* Macroeconomic Theory. New York: Academic Press, 1979.

[3] *Simon H.A.* Models of Bounded Rationality. Cambridge, MA: The MIT Press, 1982.

Katalevsky_1.indd 15 28.03.2011 16:10:11

в процессе принятия решений ЛПР значительно упрощает картину мира, что способствует принятию далеко не самых оптимальных решений[1].

Современная экономическая реальность такова, что ЛПР вынужден принимать решения, действуя в рамках сложной и быстроменяющейся окружающей среды[2]. С конца 1970-х гг. исследователями был введен в оборот термин «*принятие решений в динамической среде*», который, как принято считать, наиболее полно охарактеризовал Б. Бремер[3]. Согласно исследователю, для ситуации принятия решений в динамически сложной среде характерно следующее:

1. Необходимость принять несколько решений для достижения поставленной цели, каждое из которых должно рассматриваться в контексте остальных решений.

2. Принимаемые решения не являются независимыми: каждое последующее решение ограничено последствиями принятых ранее и в свою очередь накладывает ограничения на последующие решения.

3. Среда принятия решений изменяется как сама по себе, так и вследствие принимаемых решений.

4. Решения принимаются в реальном времени (т.е. непосредственно в процессе изменения среды принятия решений)[4].

Принятие решений в динамической среде характерно для таких распространенных явлений, как, например, выбор маршрута при движении автомобиля, инвестирование на фондовом рынке в условиях высокой волатильности цен, командование армией в ходе боя, диспетчерский контроль за авиаперевозками, управление поставками и логистикой и т.п. Согласно Бремеру, исследования в этих областях и дали толчок развитию данной области.

Основы исследований по принятию решений в динамической среде были заложены японским исследователем М. Тода[5]. Далее специфика принятия решений в динамической среде изучалась в различных областях: в поведении инвесторов на

---

[1] *Hogarth R., Makridakis S.* Forecasting and Planning: An Evaluation // Management Science. 1981. Vol. 27. № 2. P. 115–138.

[2] *Sterman J.* Misperceptions of Feedback in Dynamic Decision Making // Organizational Behavior and Human Decision Processes. 1989a. 43 (3). P. 301–335.

[3] *Brehmer B.* Dynamic decision making: Human control of complex systems // Acta Psychologica. 1992. 81(3). P. 211–241.

[4] Ibidem.

[5] *Toda M.* The design of the fungus eater: A model of human behavior in an unsophisticated environment // Behavioral Science. 1962. Vol. 7. P. 164–183.

Katalevsky_1.indd 16 28.03.2011 16:10:11

рынке акций[1]; в области государственного управления[2]; управления транспортом[3]; в здравоохранении[4]; в производстве и управлении запасами (Джон Стерман[5], Берри и Броадбент[6]), в области пожаротушения[7] и т.п. Опыт исследований в этой области был последовательно обобщен в трудах Эдвардса[8], Рапопорта[9], Функе[10], Стермана[11].

В конце 1970-х — начале 1980-х гг. многие исследования в области принятия решений основывались на проведении экспериментов в рамках статичных систем. Однако со временем выводы таких исследований были подвергнуты критике, и возникла необходимость в проведении экспериментов в области принятия решений в динамических системах[12]. Появились исследования, в которых испытуемые должны были принимать решения в экспериментальных системах, включавших в себя обратную связь, эффекты запаздывания во времени и нели-

---

[1] *Ebert R.J.* Human control of a two-variable decision system // Organizational Behavior and Human Performance. 1972. 7 (2). P. 237–264; *Rapoport A.* A study of human control in a stochastic multistage decision task // Behavioral Science. 1966. 11 (1). P. 18–32.

[2] *Mackinnon A.J., Wearing A.J.* Complexity and decision making // Behavioral Science. 1980. 25 (4). P. 285–296.

[3] *Jagacinski R.J., Miller R.A.* Describing the human operator's internal model of a dynamic system // Human Factors. 1978. 20 (4). P. 425–433; *Anzai Y.* Cognitive control of real-time event driven systems // Cognitive Science. 1984. 8 (3). P. 221–254.

[4] *Kleinmuntz D., Thomas J.* The Value of Action and Inference in Dynamic Decision Making // Organizational Behavior and Human Decision Processes. 1987. 39 (3). P. 341–364; *Kerstholt J.H.* The effect of time pressure on decision making behavior in a dynamic task environment // Acta Psychologica. 1994. 86 (1). P. 89–104.

[5] *Sterman J.* Misperceptions of feedback in dynamic decision making // Organizational Behavior and Human Decision Processes. 1989. 43(3). P. 301–335.

[6] *Berry D., Broadbent D.A.* On the relationship between task performance and associated verbalized knowledge // The Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1984. Vol. 36. P. 209–231.

[7] *Brehmer B., Allard R.* Dynamic decision making: The effects of task complexity and feedback delay // J. Rasmussen, B. Brehmer & J. Leplat (eds.). Distributed decision making: Cognitive models of cooperative work. Chichester: Wiley, 1991.

[8] *Edwards W.* Dynamic decision theory and probabilistic information processing // Human Factors. 1962. 4 (2). P. 59–73.

[9] *Rapoport A.* Research paradigms for studying dynamic decision behaviour // D. Wendt & C. Vlek (eds.). Utility, Probability, and Human Decision Making. Dordrecht-Holland: Reidel, 1975. P. 347–369.

[10] *Funke J.* Experimental research on complex problem solving // P. Frensch & J. Funke (eds.). Complex problem solving: The European perspective. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1995.

[11] *Sterman J.D.* Learning in and about complex systems // System Dynamics Review. 1994. 10 (2–3). P. 291–330.

[12] *McKinnon A.J., Wearing A.J.* System Analysis and Dynamic decision making // Acta Psychologica. 1985. Vol. 58. P. 158–172.

Katalevsky_1.indd 17 28.03.2011 16:10:11

нейное поведение. Это стало возможным благодаря использованию компьютерных имитационных моделей.

Краткий обзор некоторых классических исследований в данной области представлен ниже.

1. Исследования Д. Дёрнера[1]**.** Эксперимент проводился в рамках компьютерной имитационной модели небольшого города. Испытуемые получали роль мэра города на десятилетний период для управления городским производством, налогообложением, системой городского образования и т.п. Модель состояла из более чем двух тысяч переменных, включала в себя несколько значимых позитивных и негативных петель обратной связи, а также эффекты запаздывания. Дёрнер выявил, что, хотя некоторые люди и преуспевали, большинство участников эксперимента показывали относительно низкие результаты.

Согласно Дёрнеру, низкие результаты большинства участников были обусловлены тремя основными причинами. Во-первых, испытуемые концентрировались на текущих проблемах и не понимали процессов, которые задавали важные тенденции развития (отсутствие понимания поведения системы). Во-вторых, испытуемые не успевали эффективно действовать в условиях быстрого роста, вызванного позитивной обратной связью (ошибочное восприятие эффектов обратной связи): например, когда система начинает меняться в неблагоприятную сторону, что-либо предпринять уже сложно — соответствующие шаги следовало делать ранее, когда предпосылки развития негативного сценария только формировались. В-третьих, участники эксперимента действовали исходя из убежденности в *линейной* и *прямой* зависимости причины и следствия, не принимая во внимание возможные негативные последствия (side effects) от принятых решений на другие переменные системы управления городом (недооценка сложности и взаимосвязанности параметров системы). Принцип контр-интуитивности поведения систем предполагает, что на любое управляющее воздействие система реагирует не только той реакцией, которую ожидает управленец, но и веером опосредованных и отсроченных во времени вторичных эффектов.

Согласно Дёрнеру, описанный выше набор ошибок, названный им «логикой неудачи», характерен практически для любого человека при первых попытках управления сложными системами (крупная организация, городское хозяйство, экономика страны и т.п.). Для успешного управления системой необходимо подобрать определенную пропорцию двух проти-

[1] *Дернер Д.* Логика неудачи. М.: Смысл, 1997.

Katalevsky_1.indd 18 28.03.2011 16:10:11

воположных по характеру управляющих воздействий, одно из которых будет направлять развитие системы в необходимую сторону, а другое — минимизировать риск негативного воздействия опосредованных и отсроченных эффектов первого[1].

2. Исследования Дж. Стермана[2]. В основе эксперимента лежала имитационная компьютерная модель экономики, в которой испытуемые принимали решение относительно распределения инвестиций в производство определенного товара. Участники эксперимента играли роль управляющих производством, в функции которых входил контроль за системой производства посредством получения и распределения заказов на товар. Сама модель была относительно простой и состояла из нескольких переменных, однако она включала в себя несколько важных петель обратной связи и эффектов запаздывания.

В результате исследований Стерман выявил, что в среднем участники эксперимента были очень далеки от принятия эффективных решений. Пытаясь достичь целей имитации (удовлетворить спрос на товар), испытуемые добивались этого с издержками, более чем в тридцать раз (!) превышающими оптимум. Согласно Стерману, подобная неэффективность принятия решений объяснялась двумя причинами: во-первых, непониманием и недооценкой эффекта запаздывания в системе (между размещением заказов потребителем и получением их на производстве) и, во-вторых, недопониманием эффекта обратной связи.

3. Исследования Б. Бремера[3]. В основе эксперимента лежала имитационная компьютерная модель системы пожаротушения. Задание для испытуемых заключалось в управлении командами пожарников для минимизации случаев возгорания и территории пожаров. Участники эксперимента управляли восемью командами пожарных для одновременного тушения двух пожаров в разных местах. Имитационная модель была достаточно сложной, основывалась на действии нескольких петель обратной связи. Например, одна из позитивных петель обратной связи заключалась в том, что в случае увеличения области возгорания увеличивалась скорость распространения огня. Также существовали эффекты запаздывания между переброской команд пожарных с одного места на другое, их эффективностью

---

[1] *Дернер Д.* Логика неудачи. М.: Смысл, 1997.

[2] *Sterman J.* Misperceptions of Feedback in Dynamic Decision Making // Organizational Behavior and Human Decision Processes. 1989a. 43 (3). P. 301–335.

[3] *Brehmer B.* Strategies in Real Time, Dynamic Decision Making // R. Hogarth (ed.). Insights in Decision Making. Chicago: University of Chicago Press, 1990. P. 262–279.

Katalevsky_1.indd 19 28.03.2011 16:10:11

и т.п. Согласно Бремеру, после первой попытки управления системой эффективность испытуемых в среднем была в 8,5 раз (!) ниже оптимальной. После шести попыток эффективность участников эксперимента возрастала в среднем на 63%.

4. Исследования Д. Кляйнмунтца и Дж. Томаса[1]. Эксперимент основывался на имитационной компьютерной модели системы медицинского управления. Участники эксперимента играли роль доктора, который должен был подобрать систему диагностики болезни и ее лечения нескольким пациентам. Модель была очень динамичной: здоровье пациентов быстро ухудшалось в случае, если они не получали нужного лечения. Неправильное лечение или же задержка в оказании помощи приводили к смерти пациента. Риск того, что предлагаемое лечение приведет к смерти пациента, распределялся статистически. Посредством эксперимента удалось установить, что в ситуации высокого риска стратегия значительного использования средств диагностики была оправданна. В ситуациях же низкого риска стратегия быстрого подбора пациентам определенного типа лечения без затянутых процедур диагностики была наиболее оптимальной.

Интересным выводом исследования стало то, что в ситуациях с низким риском только 8% испытуемых смогли показать результат лучше, чем если бы лечение назначалось методом случайного выбора без всякой предварительной диагностики. Исследователи отмечали, что участникам эксперимента было трудно выявить и применить оптимальную стратегию в зависимости от ситуации и степени риска в быстроменяющейся, сложной обстановке. Согласно Кляйнмунтцу и Томасу, наблюдался также *эффект от кривой обучения*: примерно после тридцати попыток участники эксперимента меньше пользовались диагностикой и им требовалось меньше времени для того, чтобы вылечить пациента, хотя доля вылечившихся при этом возрастала незначительно.

5. Исследования Д. Броадбента и Б. Астона[2]. Эксперимент основывался на эконометрической модели экономики Великобритании. Участники эксперимента, работая в командах по 11 человек каждая, периодически принимали решения по поводу трех контрольных переменных — государственных расходов, уровня налогообложения и количества денежной массы в обращении.

---

[1] *Kleinmuntz D., Thomas J.* The Value of Action and Inference in Dynamic Decision Making // Organizational Behavior and Human Decision Processes. 1987. 39 (3). P. 341–364.

[2] *Broadbent D., Aston B.* Human Control of a Simulated Economic System // Ergonomics. 1978. 21 (12). P. 1035–1043.

Katalevsky_1.indd 20 28.03.2011 16:10:12

Система, представленная 22 уравнениями, была относительно сложной. Помимо неочевидных причинно-следственных связей между переменными присутствовал также эффект запаздывания: увеличение государственных расходов спустя определенный промежуток времени вызывало инфляцию.

Одно из заданий заключалось в прогнозировании влияния их решений на уровень инфляции и безработицы. Со временем участникам эксперимента удалось научиться сравнительно точно предсказывать уровень безработицы. Однако прогнозы испытуемых относительно инфляции так и остались неточными. Исследователи считали, что участникам эксперимента так и не удалось добиться точности в данной области вследствие запаздывания — существовал длительный промежуток времени между влиянием контрольных переменных на инфляцию и проявлением этого эффекта.

* * *

Эти и другие исследования в области поведенческих наук, экономики и имитационного моделирования выявили ограниченность рационального подхода к принятию решений [Бремер[1]; Бремер и Дёрнер[2]; Диэл и Стерман[3]]. Основной вывод состоял в том, что *управленцы принимают очень неэффективные решения в условиях даже умеренной динамической сложности.*

Наиболее важным фактором принятия правильного решения является наличие у ЛПР корректной интеллектуальной модели ситуации/окружающего мира. Интеллектуальные (ментальные) модели ЛПР представляют собой результат когнитивных процессов восприятия окружающего мира и особенностей мышления человека. Когда интеллектуальная модель ЛПР отличается от реальной, то решения, принимаемые на основе подобной модели, неизбежно ошибочны. Полученные результаты исследований позволили сделать важный вывод: *в процессе выявления и решения управленческой проблемы ЛПР концептуализирует сложившуюся ситуацию посредством своих*

---

[1] *Brehmer B.* System Design and the Psychology of Complex Systems // J. Rasmussen, P. Zunde (eds.). Empirical Foundations of Information and Software Science III. New York: Plenum Publishing, 1987.

[2] *Brehmer B., Dörner D.* Experiments with computer-simulated microworlds: Escaping both the narrow straits of the laboratory and the deep blue sea of the field study // Computers in Human Behavior. 1993. 9(2–3). P. 171–184.

[3] *Diehl E., Sterman J.* Effects of Feedback Complexity on Dynamics Decision Making. System Dynamics Group Working Paper D-4401-1, Sloan School of Management, MIT, March 1994.

Katalevsky_1.indd 21 28.03.2011 16:10:12

интеллектуальных моделей, а затем на этой основе делает выводы относительно состояния среды и принимает решения касательно необходимых корректирующих действий по достижению поставленных целей (более подробно об интеллектуальных моделях — далее в Главе 1).

По мнению Б. Бремера, «наиболее очевидным открытием этих исследований стало понимание того, что люди испытывают большие затруднения при взаимодействии с процессами, протекающими во времени. Участники эксперимента не воспользовались информацией о прошлом поведении системы, не заметив, что оно подчиняется определенным законам. Вместо этого они использовали только легко доступную информацию о текущем состоянии системы для принятия решений. Таким образом, участники эксперимента не стремились разработать собственную интеллектуальную модель управленческой проблемы, они просто реагировали использованием стандартных эвристических приемов»[1].

Исследования Б. Бремера были позже дополнены Дж. Стерманом и К. Кампманном, которые на основе ряда экспериментов подтвердили, что *в процессе возрастания сложности* ЛПР начинают принимать решения в *более упрощенной и реактивной манере, а также действовать более хаотично*[2].

Обобщенный анализ рассмотренных выше исследований позволяет выявить основные причины низкой эффективности принятия решений в динамичной управленческой среде:

1) недооценка и ошибочное восприятие эффектов обратной связи;

2) упрощение реальности и выборочное использование информации;

3) ограниченность по времени процесса принятия решений;

4) неопределенность и сложность окружающей среды.

Среди главных причин низкой эффективности принятия решений исследователи выделяют прежде всего *недооценку роли эффектов обратной связи и/или ее некорректное восприятие*. Сложность динамической среды принятия решений усугубляется характерными для нее нелинейными процессами и присутствием эффектов запаздывания во времени между причиной и следствием. Согласно некоторым исследователям, наличие петель обратной связи, эффектов запаздывания во времени и нелинейного поведения приводит к серьезным ограничени-

[1] *Brehmer B.,* (1987). Там же.

[2] *Sterman J., Kampmann C.* Feedback complexity, bounded rationality & market dynamics. MIT Sloan School of Management, 1998.

Katalevsky_1.indd 22 28.03.2011 16:10:12

ям рационального подхода к принятию решений [Стерман[1], Дёрнер[2], Эйнхорн[3]]. В частности, некорректное восприятие эффектов запаздывания приводило к возникновению характерного сценария первоначального роста, сменяющегося впоследствии резким спадом, — так называемый «цикл роста и разорения», известный в зарубежной научной литературе как «boom and bust cycle».

Неизбежно возникающие в процессе принятия решений искажения и погрешности восприятия окружающей среды основываются также и на *механизме упрощения восприятия реальности* и *выборочном использовании информации* [Тверски, Канеман[4]; Канеман[5]]. Исследования в области поведенческих наук и принятия решений выявили целый список приемов, упрощающих восприятие сложности в ситуациях, где требовалось принять решение. Герберт Саймон был первым, кто подверг сомнению известный экономический тезис о рациональности принятия решения, отмечая, что упрощения в процессе принятия решений широко распространены и даже сравнительно простые ситуации могут выходить за рамки достаточно ограниченных аналитических возможностей ЛПР, — так появилась его теория «ограниченной рациональности». В ситуации необходимости принятия решения ЛПР зачастую не имеет иного пути, чем *воспользоваться стратегией упрощения реальности*[6]. Тем не менее многочисленные исследования показывают, что использование такого рода стратегий неэффективно и приводит к появлению систематических ошибок в оценке ситуации и при принятии управленческих решений [Эйнхорн и Хогарт[7], Словик, Фишхофф и Лихтенштейн[8]].

---

[1] *Sterman J.* Misperceptions of feedback in dynamic decision making // Organizational Behavior and Human Decision Processes. 1989. 43(3). P. 301–335.

[2] *Dörner D.* On the Difficulties People Have in Dealing with Complexity // Simulation and Games. 1980. 11. P. 87–106.

[3] *Einhorn H.J.* Learning from Experience and Suboptimal Rules in Decision Making // T. Wallsten (ed.). Cognitive Processes in Choice and Decision Behavior. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1980.

[4] *Tversky A., Kahneman D.* Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases // Science. 1974. 185 (September). P. 1124–1131.

[5] *Kahneman D.* Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioural Economics // The American Economic Review. December 2003. P. 1449–1475.

[6] *Simon H.A.* Rational Choice and the structure of the environment // Psychological Review. 1956. 63. P. 129–138.

[7] *Einhorn H.J., Hogarth R.* Behavioral Decision Theory: Process of Judgment and Choice // Annual Review of Psychology. 1981. 32. P. 53–88.

[8] *Slovic P., Fischhoff B., Lichtenstein S.* Behavioral Decision Theory // Annual Review of Psychology. 1977. 28. P. 1–39.

Katalevsky_1.indd 23 28.03.2011 16:10:12

Исследования показали, что *ограничения по времени* в процессе принятия решений *отрицательно сказываются на эффективности принятия решений* [Мауле и Эдланд[1], Свенсен и Мауле[2]]. Несмотря на то, что изначально, согласно Керстольту и Рааймекерсу[3], бóльшая часть исследований была основана на статичных экспериментах (в которых оценивалось влияние нехватки времени на одно решение, а не на несколько), эксперименты по принятию решений в динамично изменяющейся среде еще раз подтвердили данный тезис: *чем меньше времени на принятие решений остается у участников эксперимента, тем проще правила* (*эвристика*)*, которыми они руководствовались при принятии решений*[4].

Наконец, ряд исследований выявил, что ЛПР отличает невысокая эффективность в случае необходимости принятия решений с *неопределенными переменными* — решения, принятые в этих условиях, не основываются на рациональности[5]. Комбинация динамической сложности и неопределенности характерна для современного мира управления, в котором менеджеры вынуждены принимать решения, весьма далекие от оптимальных.

Исследования в области принятия решений в динамической среде поставили ряд сложных проблем перед теорией принятия решений — в частности, нецелесообразность и невозможность (вследствие ограничений по времени в экспериментах и в реальной жизни) выполнения стандартного анализа, например, на основе дерева решений. Так, в случае турбулентной внешней среды анализ дерева решений становится чрезмерно сложным и требует слишком много времени. Таким образом, применение традиционных аналитических подходов к принятию решений в динамической среде очень ограничено. Кроме того, специфика принятия решений в динамической среде осложняется также и тем, что принятое ранее ошибочное решение становится практически невозможно исправить в будущем даже

---

[1] *Maule J.A., Edland A.C.* The effects of time pressure on human judgment and decision making // R. Ranyard, R.W. Crozier, O. Svenson (eds.). Decision making: Cognitive models and explanations. London and New York: Routledge, 1997.

[2] *Svenson O., Maule A.J.* Time pressure and stress in human judgment and decision making. New York: Plenum, 1993.

[3] *Kerstholt J.H., Raaijmakers J.G.W.* Decision making in dynamic task environments // R. Ranyard, R.W. Crozier, O. Svenson (eds.). Decision making: Cognitive models and explanations. Norwood, NJ: Ablex, 1997.

[4] *Gonzalez C.* Learning to make decisions in dynamic environments: Effects of time constraints and cognitive abilities // Human Factors. 2004. 46 (3). P. 449–460.

[5] *Kahneman D., Slovic P., Tversky A.* Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. New York: Cambridge University Press, 1982.

Katalevsky_1.indd 24 28.03.2011 16:10:12

при условии принятия идеальных по оптимальности решений: *небольшая начальная ошибка стремительно уводит систему в неверном направлении* (подробнее об этом в Главе 3).

В этих условиях некоторые исследователи подчеркивают необходимость анализа эффектов обратной связи и использования инструментария причинно-следственных диаграмм, способных отразить сложную структуру взаимосвязей между переменными единой системы[1,2]. Как показывает проведенный выше анализ, принятие решений в динамической среде затруднено по целому ряду причин. Многочисленные эксперименты в области психологии, экономики и имитационного моделирования демонстрируют ограниченные возможности ЛПР принимать корректные решения в быстроменяющейся сложной среде. Обобщенный анализ позволяет сделать вывод о том, что *от восприятия ЛПР управленческой ситуации/проблемы будет зависеть его подход к решению проблемы.* Недооценка обратной связи и эффектов запаздывания приводит к искажению восприятия управленческой ситуации и обусловливает выбор и применение заведомо неэффективных мер управленческого воздействия, усиливающих негативные последствия и побочные эффекты вследствие динамичности и сложности среды.

Анализ исследований по принятию решений в динамически сложной среде также способствует более глубокому пониманию механизма когнитивных процессов принятия управленческих решений в рамках сложности современных социально-экономических процессов. Исследование позволяет сделать вывод о необходимости более глубокого восприятия и анализа современных проблем управления, которые бы учитывали *важную роль обратной связи* и *эффектов запаздывания.*

Контрольные вопросы и задания

- *Каковы особенности принятия решений в динамически сложной среде? Приведите определение «динамически сложной среды».*
- *Какую роль имели исследования Д. Дёрнера, Б. Бремера, Д. Стермана и др. для понимания природы принятия решений в динамически сложной среде? Охарактеризуйте кратко суть и результаты основных экспериментов по принятию решений в динамически сложной среде.*
- *Каковы основные причины низкой эффективности принятия решений в динамически сложной среде?*

---

[1] *Gonzalez C., Lerch F.J., Lebiere C.* Instance-based learning in dynamic decision making // Cognitive Science. 2003. 27. P. 591–635.

[2] *Funke J.* Using simulation to study complex problem solving // Simulation & Games. 1988. 19(3). P. 277–303.

Katalevsky_1.indd 25 28.03.2011 16:10:12

1.2. Управление на основе обратной связи: концепция обратной связи в экономике и науке управления

Хотя мы не будем подробно останавливаться на появлении и эволюции системного анализа в науке управления, целесообразно проследить возникновение и историю развития концепции обратной связи в социальных и экономических науках.

Появление концепции *обратной связи* принято непосредственно связывать с трудами американского ученого Норберта Винера. В 1943 г. А. Розенблют, Н. Винер и Дж. Бигелоу[1] разработали описание процесса обработки информации, получившего позже название системы контроля (control system). Данный подход предоставил изящное объяснение стабильности функционирующей системы. Согласно исследователям, некоторая переменная в системе может постоянно поддерживаться в определенном состоянии или же быть изменена до определенного (целевого) уровня. Это происходит посредством изменения определенной переменной системы при восприятии ее отклонения от заданной цели.

Рис. 1.1. Иллюстрация принципа действия обратной связи

Функция «на входе» на рис. 1.1 формирует восприятие, которое затем сравнивается с целью системы; в случае расхожде-

[1] *Rosenblueth A., Weiner N., Bigelow J.* Behavior, purpose, and teleology // Philosophy of Science. 1943. 10. P. 18–24.

Katalevsky_1.indd 26 28.03.2011 16:10:12

ния («ошибки») между целью и воспринимаемым состоянием системы функция «на выходе» предпринимает корректирующее действие по изменению переменной. Таким образом, подобный цикл, согласно исследователям, повторяется до тех пор, пока система не придет в равновесие — т.е. пока значение изменяемой переменной не сравняется с целью системы. Сама переменная может изменяться вследствие внешнего воздействия.

В своей книге «Кибернетика», вышедшей в 1948 г., Винер впервые отметил такой важный фактор, как «открытость» системы, благодаря которой система активно взаимодействует с внешней средой и сохраняет относительную устойчивость. Позже такие системы получили названия «адаптивных», поскольку они не только реагируют на окружающий мир, но и могут активно воздействовать на него благодаря механизму прямой и обратной передачи информации — так называемой *обратной связи*. Корректирующая обратная связь (известная также как «балансирующая», «негативная») позволяет управлять поведением объекта[1].

Для системы нет необходимости осознавать природу внешнего воздействия, необходимо лишь знание о текущем состоянии изменяемой переменной. Примеры действия корректирующего механизма обратной связи встречаются повсеместно — как в простых и сложных механических системах, так и в природе, в поведении живых организмов и даже социальных системах. В применении к живым организмам схема обратной связи выступает в форме *гомеостазиса*[2]. Классическим примером действия такого рода механизма можно считать способность теплокровных живых организмов сохранять теплоту тела посредством непрерывного мониторинга окружающей среды и активировать механизмы, ответственные за сохранение или выделение тепла, в зависимости от разницы между желательной и воспринимаемой температурами тела:

«В физической химии по правилу Вант-Гоффа уменьшение температуры ведет к понижению скорости химических реакций. Именно так обстоит дело в обычных физико-химических системах, а также у холоднокровных животных. Однако у теплокровных животных понижение температуры вызывает противоположное действие, а именно увеличение скорости метаболического процесса, в результате чего поддерживается постоянная температура тела на уровне около 37 °C.

[1] *Винер Н.* Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. М.: Наука, 1983.

[2] *Cannon W.B.* The Wisdom of the Body. New York: Norton, 1939.

Katalevsky_1.indd 27 28.03.2011 16:10:12

Это обусловлено действием механизма обратной связи... Подобную же схему обратной связи можно найти в разнообразных формах физиологических регуляций. Регуляция положения и управление действиями при целеустремленной активности животных и человека точно так же осуществляется механизмом обратной связи»[1].

Теория Розенблюма, Винера и Бигелоу получила широкий резонанс в науке. В своем более позднем труде Н. Винер обосновал, что информационные потоки (коммуникация) между организмами или машинами и окружающей средой основываются на концепции обратной связи, благодаря которой поддерживается стабильность системы в целом[2]. Данная концепция также получила широкий резонанс благодаря легкости обоснования предположения о том, что некоторые системы могли быть частями систем более высокого уровня (так называемыми «субсистемами»)[3]. Вследствие этих двух предпосылок — стремления систем к стабильности и возможности быть частью субсистем — к середине 1950-х гг. кибернетика и системная парадигма науки сформировались в более или менее интегрированную концепцию *системного мышления*[4].

Несмотря на то, что формальный механизм концепции обратной связи был описан математически в инженерных науках, к середине XX века концепция обратной связи была принята и/или нашла отражение в разных научных дисциплинах — в психологии[5], педагогике, биологии и др. Теория контроля и концепция обратной связи оказали заметное влияние на формирование теории поведенческих наук (behavioral science), некоторых разделов современной психологии — в частности, на когнитивную психологию (исследования Миллера, Галантера и Прибрама[6], Лорда и Леви[7]), а также на управленческие науки и экономику.

Концепция обратной связи распространена в экономической науке значительно шире, чем принято считать. Исследо-

---

[1] *Берталанфи Л.* Общая теория систем: Критический обзор // Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969. С. 23–82.

[2] *Винер Н.* Кибернетика, или Управление...

[3] *Boulding K.E.* General systems theory — the skeleton of science // Management Science. 1956. 2. P. 197–208.

[4] *Richardson G.* Feedback Thought in Social Science and Systems Theory. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1991.

[5] *Cannon W.B.* The Wisdom...

[6] *Miller G.A., Galanter E., Pribram K.H.* Plans and the structure of behavior. New York: Holt, 1960.

[7] *Lord R.G., Levy P.E.* Moving from cognition to action: A control theory perspective // Applied Psychology: An International Review. 1994. 43. P. 335–398.

Katalevsky_1.indd 28 28.03.2011 16:10:12

вания Майера[1], Кохрейна и Грэхема[2] и других показывают, что многие известные экономисты в своих рассуждениях в той или иной степени основывались на концепции обратной связи. И хотя окончательное оформление концепция обратной связи получила в середине 1950-х гг. в трудах ученых-кибернетиков и др., такие экономисты-классики, как Вальрас и Маршалл, в неявном виде пользовались концепцией обратной связи, рассуждая о природе причинно-следственных связей между ценой и спросом/предложением[3]. Некоторые исследователи полагают, что Дж. Тинберген, вероятно, был одним из первых экономистов, обративших внимание на важность кругового восприятия механизма обратной связи и эффект взаимного влияния переменных друг на друга на примере причинно-следственных связей между доходами и инвестициями[4].

Детальный анализ примеров использования концепции обратной связи в экономической науке выходит за рамки данной работы. Тем не менее некоторые современные экономисты и специалисты по управлению считают, что среди известных экономистов, использовавших в своих трудах концепцию обратной связи, были Кейнс, Гудвин, Аллен, Саймон, Филлипс и другие[5].

Джордж Ричардсон провел глубокий анализ трудов известных ученых в области экономики, психологии, биологии, кибернетики и других научных дисциплин на предмет использования ими постулатов концепции обратной связи в своих трудах[6]. Согласно Ричардсону, концепция обратной связи является одним из основополагающих постулатов в общественных науках — экономике, социологии, политологии и других: «Многие великие ученые мыслили категориями обратной связи, а известные

---

[1] *Mayr O.* The Origins of Feedback Control. Cambridge, MA: MIT Press, 1970; *Mayr O.* Adam Smith and the Concept of the Feedback System: Economic Thought and Technology in 18th Century Britain // Technology and Culture. 1971. 12(1). P. 1–22.

[2] *Cochran J.L., Graham J.A.* Cybernetics and Macroeconomics // Economic Inquiry. 1976. 14. P. 241–250.

[3] *Morgan M.S.* The History of Econometric Ideas. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

[4] *Tinbergen J.* Statistical Testing of Business Cycle Theories: 1. A Method and its Application to Investment Activity; 2. Business Cycles in the United States of America. New York: Agathon Press, 1968.

[5] *Wheat D.* The Feedback Method: Model Based Learning of Macroeconomics. www.wheatresources.com

[6] *Richardson G.P.* Feedback thought: In social science and systems theory. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1991.

Katalevsky_1.indd 29 28.03.2011 16:10:12

научные идеи зачастую основывались на данной концепции»[1]. Анализ трудов известных ученых-экономистов (Адам Смит), социологов (Томас Мальтус, Джон Милль), философов (Гегель, Маркс), политологов (Валлерстайн) показывает, что обратная связь, пусть и в неявном виде, широко присутствует в их размышлениях. Например, концепция обратной связи присутствует в трудах Адама Смита при описании влиянии цены на производство:

«Если в какой-либо момент количество товара на рынке превышает действительный спрос, та или другая из составных частей его цены должна оказаться оплаченной ниже своей естественной нормы... и количество товара, доставляемого на рынок, скоро окажется как раз достаточным для удовлетворения действительного спроса. Все различные части его цены повысятся до размеров своей естественной нормы, а вся цена в целом — до естественной цены товара... Если, напротив, в какой-либо момент количество товара, доставленного на рынок, будет ниже действительного спроса, та или другая из составных частей его цены должна будет подняться выше своей естественной нормы. Количество товара, доставленного на рынок, скоро окажется достаточным для удовлетворения действительного спроса. Все составные части цены товара скоро упадут до своей естественной нормы, а цена в целом — до естественной цены товара»[2].

Ученый-психолог Пауэрс[3] отмечал, что обратная связь представляет собой фундаментальный аспект человеческого поведения, которое формируется посредством действия эффектов обратной связи от собственных поступков индивидуума[4]. Джон Дьюи, известный американский философ-прагматист и педагог, еще в начале XX века выявил, что процесс обучения основывается на обратной связи и описывается как повторяющийся цикл воображения, наблюдения, рефлексии и действия[5].

В течение последних пятидесяти лет прикладные аспекты действия эффектов обратной связи в экономике были глубоко исследованы Джеем Форрестером в рамках системно-динамического анализа. Среди других авторов следует отметить

---

[1] *Richardson G.P.* Feedback thought... P. 2.

[2] *Смит А.* Исследование о природе и причинах богатства народов. М.: ЭКСМО, 2007. С. 35.

[3] *Powers W.T., Clark R.K., McFarland R.I.* A general feedback theory of human behavior: Part 1 // Perceptual and Motor Skills. 1960. 11. P. 71–88.

[4] *Powers W.T.* Behavior: The control of perception. Chicago: Aldine, 1973. *Powers W.T.* Quantitative analysis of purposive systems: Some spadework at the foundations of scientific psychology // Psychological Review. 1978. 85. P. 417–435.

[5] *Schon D.* The theory of inquiry: Dewey's legacy of education // Curriculum Inquiry. 1992. 22 (2). P. 119–139.

Katalevsky_1.indd 30 28.03.2011 16:10:12

Н. Мааса[1], Н. Форрестера[2], Г. Лоу[3], П. Сенге[4], Дж. Стермана[5], М. Радзицки[6], Э. Мокснеса[7], М. Салеха и П. Дэвидсена[8], Дж. Харви[9], Дж. Аткинсона[10], Х. Саида[11]. Обширные междисциплинарные исследования по влиянию и роли обратной связи в поведении адаптивных сложных систем встречаются в трудах ученых Института Санта Фе (Santa Fe Institute), специализирующегося на изучении сложных систем, — в частности, исследованиях Артура[12], Андерсона, Эрроу и Пайнса[13], Артура, Дюрлауфа и Лэйна[14] и других.

Постулат о том, что обратная связь определяет поведение и обучение, в настоящее время находит широкое применение в управленческой науке. В частности, Стерман отмечает, что факт обратной связи, лежащей в основе процесса обучения, уже реализован на практике в появлении концепции тотального управления качеством (Total Quality Management), согласно которой в основе процесса улучшения качества лежит так называемый цикл PDCA Шухарта–Деминга (Plan-Do-Control-Act,

---

[1] *Maas N.J.* Stock and Flow Variables and the Dynamics of Supply and Demand // Randers J. Elements of the System Dynamics Method. Cambridge, MA: MIT Press, 1980.

[2] *Forrester N.B.* The Life Cycle of Economic Development. Cambridge, MA: Wright Allen Press, 1973.

[3] *Low G.* The Multiplier-Accelerator Model of Business Cycles Interpreted from a System Dynamics Perspective // Randers J. Elements of the System Dynamics Method. Cambridge, MA: MIT Press, 1980.

[4] *Senge P.M.* A System Dynamics Approach to Investment: Function Specification and Testing // Socio-Economic Planning Sciences. 1980. 14(6). P. 269–280.

[5] *Sterman J.D.* A Behavioral Model of the Economic Long Wave // Journal of Economic Behaviour and Organization. 1985. 6. P. 17–53.

[6] *Radzicki M.* Institutional Dynamics: an Extension of the Institutionalist Approach to Socioeconomic Analysis // Journal of Economic Issues. 1988. 22(3). P. 633–665.

[7] *Moxnes E.M.* Positive Feedback Economics and the Competition between «hard» and «soft» Energy Supplies // Journal of Scientific and Industrial Research. 1992. 51 (March). P. 257–265.

[8] *Saleh M., Davidsen P.* The Origins of Business Cycles. Paper presented at the International System Dynamics Conference, July 2001, Atlanta, GA.

[9] *Harvey J.T.* Keynes' chapter 22: A system dynamics model // Journal of Economic Issues. 2002. 36 (2). P. 373–382.

[10] *Atkinson G.* Common Ground for Institutional Economics and System Dynamics Modeling // System Dynamics Review. 2004. 20 (4). P. 275–286.

[11] *Saeed K.* Designing an Environmental Mitigation Banking Institution for Linking the Size of Economic Activity to Environmental Capacity // Journal of Economic Issues. 2004. 38 (4). P. 909–937.

[12] *Arthur W.B.* Increasing Returns and Path Dependence in the Economy. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1994.

[13] *Anderson P., Arrow K., Pines D.* The Economy as an Evolving Complex System. Reading, MA: Perseus Books, 1988.

[14] *Arthur W.B., Durlauf S.N., Lane D.A.* The Economy as an Evolving Complex System II. Reading, MA: Perseus Books, 1997.

Katalevsky_1.indd 31 28.03.2011 16:10:12

в русскоязычной литературе известный как «План-Действие-Проверка-Исполнение»)[1].

Управление с учетом концепции обратной связи основывается на предположении о том, что мир вокруг нас представляет собой совокупность сложных социальных систем с нелинейным поведением и зачастую неочевидной динамикой взаимодействия между собой. Соответственно, при стремительно возрастающей сложности процессов управления, турбулентности и неопределенности окружающей среды *принятие решений с целью улучшить* (*исправить*) *ситуацию зачастую приводит к прямо противоположному результату*. Джей Форрестер называл данный феномен *«контр-интуитивным поведением социальных систем»* (counterintuitive behavior of social systems). Существует немало исследований, описывающих феномен контр-интуитивного поведения систем, примеры из них приведены ниже:

- переход на курение «легких» сигарет фактически только увеличивает вред от курения — люди начинают курить больше (больше сигарет в день, более глубокие затяжки)[2];
- внедрение информационных технологий не привело к появлению безбумажных офисов — в действительности, более эффективная и быстрая обработка информации способствовала значительному увеличению потребления бумаги[3];
- массовое применение антибиотиков привело к тому, что возбудители вирусных инфекций стали мутировать, и, таким образом, способствовало появлению новых поколений вирусов[4];
- строительство дорог не решает проблемы трафика в городах — со временем пробки лишь увеличиваются[5];
- обширное применение пестицидов и гербицидов в сельском хозяйстве несколько снизило угрозу поражения растений, но способствовало мутации и появлению более стойких видов насекомых, убивало естественных хищников (птиц), охотя-

---

[1] *Sterman J.D.* Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill Companies, 2000.

[2] *Tengs T.O., Ahma S., Savage J., Moore R., Gage E.* The AMA proposal to mandate nicotine reduction in cigarettes: a simulation of the population health impacts // Preventive Medicine. 2005. 40. P. 170–180.

[3] *Tenner E.* Why Things Bite Back: Technology and the Revenge of Unintended Consequences. New York: Knopf, 1996.

[4] *Fong I.W., Drlica K.* Reemergence of established pathogens in the 21st century. New York: Kluwer/Plenum, 2003.

[5] *Downs A.* Stuck in traffic: Coping with peak-hour traffic congestion. Washington, DC: Brookings Institution; Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 1992.

Katalevsky_1.indd 32 28.03.2011 16:10:12

щихся на вредителей, что привело к заражению всей пищевой цепочки (умирали хищники, поедавшие зараженных птиц, съевших зараженных насекомых)[1].

Контрольные вопросы и задания

- *Каковы истоки появления концепции обратной связи?*
- *Какие ученые-гуманитарии использовали концепцию обратной связи в своих работах?*

1.3. Причины контр-интуитивного поведения систем

Фактически любое контр-интуитивное поведение социальной системы есть следствие неграмотного или неумелого управленческого вмешательства. Главной причиной такого рода эффектов являются особенности мировосприятия ЛПР — *тенденция интерпретировать реальность в жестких причинно-следственных связях*[2].

Такого рода подход (*событийный* подход) приводит к фрагментарному восприятию постоянно усложняющегося мира — делается оценка реальной ситуации, полученные данные сравниваются с поставленными целями, а затем принимается решение по корректировке проблемы, которое, по замыслу ЛПР, должно привести к определенному ожидаемому результату.

Мы привыкаем мыслить в категориях причина—следствие: всякий эффект имеет причину, которая, в свою очередь, имеет причину, и т.п. и т.д. Например, рассуждение может строиться примерно по следующей схеме: *запасы на складе выросли, потому что наши продажи упали. Продажи упали, потому что конкуренты понизили свою цену. Конкуренты понизили цену, потому что сумели больше сэкономить на издержках...* и т.п.

Схема типичного процесса мышления представлена ниже на рис. 1.2.

«Сопротивление» и «сбои» — то, что специалисты по системной динамике называют «контр-интуитивным» поведением систем, — возникают вследствие нашего непонимания (или недопонимания) механизма обратной связи в системе. Наши действия по возвращению системы в исходное положение не только часто оказываются безрезультатными, но и *запускают механизм* так называемых *побочных эффектов* (*side effects*), которые становятся следствием нашего слишком узкого и огра-

[1] *Palumbi S.R.* Humans as the world's greatest evolutionary force // Science. 2001. Vol. 293. P. 1786–1790.

[2] *Sterman J.* Business Dynamics: Systems thinking and Modeling...

Katalevsky_1.indd 33 28.03.2011 16:10:13

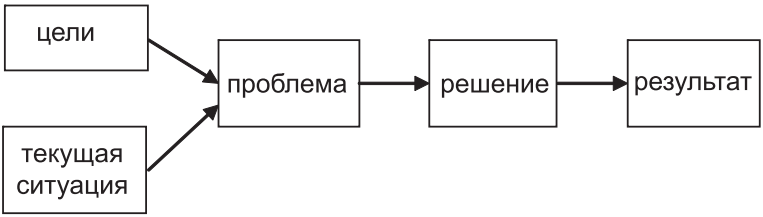


Рис. 1.2. Схема линейного управленческого мышления

ниченного понимания сложных систем. Поскольку причина и следствие далеко не всегда явно видны и четко взаимосвязаны во времени, в сложных системах подобные связи часто остаются незаметными в результате длительной временно́й протяженности.

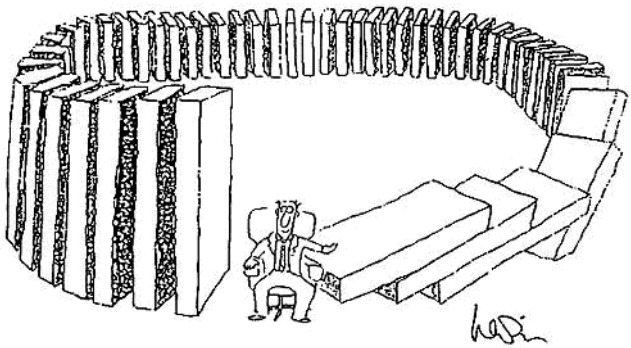
Например, в середине 90-х в Калифорнии было решено переходить к так называемым автомобилям с «нулевым эффектом выбросов газа» (zero-emission vehicle) для того, чтобы снизить загрязнение воздуха. Так как концепция предполагала, что машины будут ездить на электрической энергии, то потребность в ней заметно возрастала. Надо было строить заводы, которые лишь увеличили выброс загрязнителей. Специфика розы ветров в Калифорнии привела к тому, что вредные отбросы сдувались в соседние штаты. Таким образом, оказалось, что Калифорния улучшала свою экологию за счет загрязнения других штатов.

«Линейная» парадигма мышления значительно снижает качество принимаемых решений, ограничивая ЛПР наиболее простыми и поверхностными решениями. Медоуз выявил, что наиболее сильно наше мышление ограничивают следующие допущения[1]:

- результат следует из *конкретной* причины (например: наркомания приводит к росту преступности, рост продаж ведет к росту доходов и т.п.);
- взаимосвязи между причиной и следствием прямые, без запаздывания (т.е. реакция идет сразу) и достаточно продолжительные (что позволяет нам безошибочно установить причину и следствие);
- будущее легко предсказуемо;
- любой рост — это положительная тенденция;
- проблема не существует или не является серьезной до тех пор, пока она не поддается измерению (люди стремятся из-

[1] *Meadows D.* The Global Citizen. Washington, D.C.: Island Press, 1991.

Katalevsky_1.indd 34 28.03.2011 16:10:13



Radzicki M., Taylor R. Introduction to System Dynamics. US Department of Energy. 1997 http://www.systemdynamics.org/DL-IntroSysDyn/start.htm

Рис. 1.3. Печальные последствия игнорирования эффектов обратной связи

мерять то, что *поддается* измерению, а не то, что *необходимо* измерять).

Такого рода способ мышления зачастую приводит к тому, что действия, направленные на решение определенных проблем, лишь создают новые. Однако вследствие эффектов запаздывания и сложности поведения систем ошибочные решения продолжают снова и снова применяться на практике[1].

Таким образом, для успешного управления сложными системами необходимо прежде всего *понять механизм функционирования сложных систем*, а затем *определить точки воздействия управленческого действия на систему* с соответствующими мерами по корректировке ее поведения. Более корректное понимание механизма функционирования сложных систем возможно при анализе системы на *основе обратной связи*.

Пример контр-интуитивного поведения систем: нефть в обмен на продовольствие?

Наглядным примером контр-интуитивного поведения систем является недавнее решение Правительства США стимулировать производство биотоплива. Вследствие значительного удорожания энергоресурсов правительство США всерьез взялось за развитие альтернативных источников энергии. Один из приоритетов — программа развития биотоплива из этанола. Биотопливо экологично:

[1] *Kim D.* The Link Between Individual and Organizational Learning // Sloan Management Review. 1993. 35 (1). P. 37–49.

Katalevsky_1.indd 35 28.03.2011 16:10:13

использование даже 10% биоэтанола в бензине снижает вредность автомобильных выхлопов на 30%. В Европе и США автомобильное биотопливо занимает долю около 5%. Во многих американских городах на заправочных станциях бензин разбавляется в пропорции 10 к 90% (этанола и бензина соответственно). Некоторые специалисты всерьез считают, что увеличение производства биоэтанола поможет развитым западным странам значительно уменьшить потребление нефти. Правительство США выступило активным сторонником увеличения производства биоэтанола — в настоящее время в стране наблюдается бум инвестиций в биотопливо, с планами увеличить производство бензина из биоэтанола до 35 млрд галлонов к 2017 г. (общее потребление бензина в США составило 140 млрд галлонов в 2006 г.). Амбициозная программа предусматривает значительные налоговые льготы как для производителей биоэтанола, так и для потребителей бензина на основе биоэтанола.

Однако уже сейчас некоторые специалисты бьют тревогу — побочным эффектом неожиданного спроса на этанол стал рост цен на продовольствие. Дело в том, что кукуруза, из которой производится биоэтанол, на 95% используется для создания комбикорма для скота. Соответственно, фермеры, занимающиеся разведением скота, вынуждены закупать кукурузу по более высоким ценам, что в конечном счете увеличивает себестоимость их продукции и приводит к росту цен на мясо. Другим побочным эффектом производства этанола является — как это ни парадоксально — загрязнение. Производство этанола требует интенсивного использования азотных удобрений, поэтому некоторые его побочные отходы трудно утилизировать. Таким образом, в очередной раз последствия масштабного управленческого вмешательства вызывают больше негативных побочных эффектов, чем полезных.

Источники: The Washington Post (08.06.2007); US Department of Energy, 2008.

Согласно основоположнику системной динамики Джею Форрестеру, профессору Слоановской школы бизнеса Массачусетского Технологического Университета (Sloan School of Management, MIT), динамика поведения сложных систем в принципе описывается взаимодействием всего двух типов обратной связи — самовоспроизводящейся (reinforcing) и балансирующей (balancing), т.е. саморегулирующейся. В русскоязычных источниках встречаются также определения самовоспроизводящейся и самокорректирующейся связей как «положительных» и «отрицательных» контуров обратной связи соответственно[1]. Позитивные петли (контуры обратной связи) стремятся усиливать, увеличивать эффект происходящего и тем самым дестабилизируют систему, выводя ее из равновесия.

[1] *Сидоренко В.Н.* Системная динамика. М.: ТЕИС, 1998.

Katalevsky_1.indd 36 28.03.2011 16:10:13

Наглядным образцом самовоспроизводящейся системы может служить пример, описанный в книге Питера Сенге «Пятая дисциплина: искусство и практика построения самообучающейся организации»[1], известный в классической литературе по системной динамике как «гонка вооружений».

Гонка вооружений времен холодной войны между СССР и США может быть легко описана языком причинно-следственных диаграмм: чем больше вооруженность СССР, тем выше воспринимаемая США угроза, Штаты в ответ начинают вооружаться из опасения оказаться уязвимыми для противника. Вооружение США, в свою очередь, представляет угрозу для СССР, который начинает вооружаться в ответ, тем самым замыкая «порочный» круг и провоцируя его новый виток (рис. 1.4).

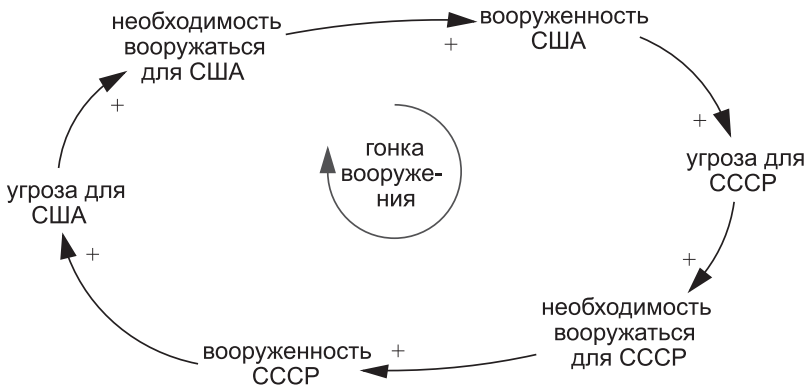


Рис. 1.4. Причинно-следственная диаграмма холодной войны

Сама по себе самовоспроизводящаяся обратная связь (положительная) ведет к экспоненциальному росту.

Напротив, балансирующий (негативный) контур обратной связи стремится вернуть систему в равновесие и воспрепятствовать выходу данной системы из равновесия. Например, очевидно, что в гонке вооружений экспоненциальный рост вооружения не может продолжаться бесконечно долго — рано или поздно какая-то сторона не сможет поддерживать необходимый паритет вооружения вследствие истощения собственных экономических ресурсов (итогом эпохи холодной войны, как известно, стал распад СССР). Ограниченность экономи-

[1] *Senge P.* The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. New York: Doubleday, 1990.

Katalevsky_1.indd 37 28.03.2011 16:10:13

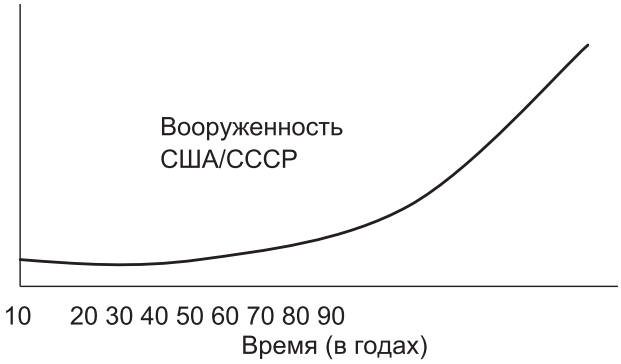


Рис. 1.5. График экспоненциального роста на примере гонки вооружений

ческих ресурсов, препятствующая дальнейшему наращиванию военного потенциала, является наглядным примером балансирующего контура обратной связи, которая стремится вернуть систему в положение устойчивого равновесия.

Примеров положительных и балансирующих контуров обратной связи великое множество в повседневной жизни и в мире бизнеса. Например, то же самое происходит с тандемом Microsoft—Intel. Чем больше база совместно установленной Windows на базе процессора Intel, тем выше привлекательность этого тандема (получившего прозвище «Винтел») для поставщиков компьютерной техники. Соответственно, чем больше продается программ Microsoft на базе процессора Intel, тем больше их база, — что приводит к дальнейшему росту привлекательности и продаж. Сходный самоподдерживающий механизм удалось также построить компании Apple, которая создала базу приложений iTunes для своих продуктов — iPhone, iPod, iPad, Macintosh.

Чем меньше никотина в сигарете, тем больше хочется курить (обратная зависимость). Чем больше экономическая привлекательность города или региона (чем он богаче), тем больше там растет иммиграция, которая увеличивает спрос на жилье и цены на недвижимость, и т.п.

Модели сложных систем могут содержать десятки и сотни влияющих друг на друга контуров обратной связи. А динамика системы (ее поведение) вызывается взаимовлиянием целых сетей кругов обратной связи, каждый из которых обладает своей собственной полярностью.

Katalevsky_1.indd 38 28.03.2011 16:10:13

Пример контр-интуитивного поведения систем: московская программа строительства социального жилья — создаем трущобы?

Насколько полезно строительство социального жилья для Москвы? Программа по социальному обеспечению малоимущих москвичей существует вот уже более 10 лет и продолжает набирать обороты. В 2006 г. в Москве было возведено около 4,8 млн кв. м жилья, 34% — социальное. В планах на 2007–2010 гг. значились еще более амбициозные показатели: увеличить ежегодное строительство социального жилья до 2–2,5 млн кв. м. Согласно прогнозам, доля социального жилья должна была вырасти до 50% и даже превысить этот порог в 2009–2010 гг. (этого не произошло по причине разразившегося в 2008 г. финансового кризиса, однако московские власти по-прежнему не отказались от идеи увеличения строительства социального жилья).

Увы, создается впечатление, что «побочные» эффекты данной программы всерьез никто не просчитывал. Очевидно, что если бы метры социального жилья не изымались, а поступали на рынок, то это помогло бы в определенной степени ослабить спрос и цены на недвижимость уже не росли бы по экспоненте. В комбинации с ограниченным количеством свободных строительных площадок, непрозрачностью и сложностью получения лицензий на строительство, длительностью процедур строительных согласований и традиционно высокими «барьерами на вход» в строительном бизнесе получается колоссальный дисбаланс спроса и предложения. Ограничено не только предложение жилищных метров, но (что хуже) и возможности по его увеличению в обозримом будущем. С учетом длительности строительных циклов (минимально 5–6 лет для проектов с нуля, из которых 2–3 года уйдут только на согласование проекта) можно с уверенностью прогнозировать дефицит нового жилья в среднесрочной перспективе. Кроме того, социальное жилье в немалой степени способствует формированию иждивенческой психологии у некоторых категорий населения.

Между тем качество жизни в очевидно перенаселенной Москве стремительно деградирует: многокилометровые дорожные пробки, перегрузка метро, ухудшение экологии, деградирующий жилой фонд, построенный еще в 60–70 гг. прошлого века, — все это уже в среднесрочной перспективе делает столицу менее привлекательной как для ведения бизнеса, так и для проживания. При условии значительной децентрализации деловой активности (из центра столицы на окраины города) переселение в ближайшее Подмосковье будет экономически и экологически оправданно.

Однако в полной степени побочный эффект программ социального жилья проявится лишь спустя 10–15 лет. Бесплатное получение жилья не исключает проблемы его содержания. Поскольку реформа

Katalevsky_1.indd 39 28.03.2011 16:10:13

ЖКХ предусматривает в значительной степени перенос ответственности за содержание и функционирование здания на самих жильцов, то социальные программы сработают как мины замедленного действия: целые районы, где высока удельная доля социального жилья, будут предоставлены сами себе. У малоимущих жильцов вряд ли появятся средства на капремонт и содержание зданий, которые будут постепенно приходить в негодность. Процессы расслоения столицы на престижные и депрессивные районы потекут быстрее. Частично это происходит уже сейчас: северо-запад и юго-запад традиционно считаются более престижными, чем юго-восточные и восточные районы столицы. Некоторые районы — по-видимому, прежде всего экологически неблагоприятные — начнут «дешеветь». Со временем население с более низкими доходами будет «выдавливаться» в эти районы, тогда как население с более высокими доходами будет одновременно стремиться выбраться в социально и экологически благополучные округа. Таким образом, районы с высокой удельной долей социального жилья по всей вероятности ожидает сценарий «трущобизации».

Чтобы предотвратить столь негативный сценарий развития событий, необходимо начинать действовать уже сейчас. Выход заключается в отказе от широкомасштабной программы строительства социального жилья (хотя адресная поддержка малоимущих, безусловно, необходима). Выделившиеся средства необходимо перераспределить на развитие инфраструктурных проектов — строительство новых дорог, расширение и улучшение общественного транспорта, комплексную модернизацию системы ЖКХ и т.п. Прекращение изъятия социального жилья увеличит предложение жилья на рынке и ослабит давление спроса, что позитивно скажется на сокращении темпов роста цен на жилье. Однако необходим целый комплекс мероприятий — также нужно существенно упростить взаимоотношения городских властей и застройщиков: сделать их более прозрачными, оптимизировать сроки принятия решений городскими властями, ввести четкие правила игры для всех игроков отрасли. В этом случае можно со временем надеяться на существенное увеличение темпов роста предложения жилья и своевременный редевелопмент деградирующих районов.

Контрольные вопросы и задания

- *Охарактеризуйте феномен «контр-интуитивного» поведения системы. Приведите примеры.*
- *Каковы причины контр-интуитивного поведения систем?*
- *Какие последствия может иметь недооценка побочных эффектов управленческого вмешательства?*

Katalevsky_1.indd 40 28.03.2011 16:10:13

1.4. Роль ментальных моделей в управлении организацией

Принимаемые решения основываются на ментальных моделях: исследования показывают, что чем опытнее специалист, тем более качественные ментальные модели, описывающие сложные системы, лежат в основе принятия им решений. Например, опытный экономист может сделать достаточно точный прогноз экономической ситуации, руководствуясь ментальной моделью, формировавшейся в течение многих лет. Его прогноз будет более точен, чем, например, аналогичный прогноз студента, только что прослушавшего стандартный курс экономической теории. Некоторые исследователи считают, что разработка качественных ментальных моделей, описывающих те или иные управленческие ситуации/проблемы, может оказать значительную помощь в искоренении типичных ошибок, с которыми сталкиваются руководители на практике[1]. В данном разделе рассматривается значение ментальных моделей в принятии управленческих решений.

* * *

Для того, чтобы представить роль и значение ментальных моделей в управлении, вначале целесообразно остановиться на основных парадигмах стратегического менеджмента, краткий обзор которых позволит проследить истоки появления концепции ментальных моделей в управлении.

Некоторые исследователи, например Кис ван дер Хайден[2], выделяют три основных подхода (школы) стратегического управления — рациональный, эволюционный и процессный. Хотя существуют и другие классификации подходов и школ стратегического управления, предложенные, например, Минцбергом[3] и Уиттингтоном[4], однако все они могут быть легко интегрированы в классификацию ван дер Хайдена.

Природа организации воспринимается по-разному каждым из подходов. Некоторые исследователи метафорично описывают их суть следующим образом:

1) рациональный подход: организация как машина;

---

[1] *Gary M., Kunc M., Morecroft J., Rockart S.* System dynamics and strategy // System Dynamics Review. Vol. 24. № 4 (Winter 2008). P. 407–429.

[2] *Van der Heijden K.* Scenarios: The Art of Strategic Conversation, Second Edition. Chichester: J. Wiley and Sons, 2005.

[3] *Mintzberg H.* The design school, reconsidering the basic premises of strategic management // Strategic Management Journal. 1990. Vol. 11. P. 171–195.

[4] *Wittington R.* What is strategy and Does it matter? London: Routledge, 1993.

Katalevsky_1.indd 41 28.03.2011 16:10:13

2) эволюционный подход: организация как эко-система;
3) процессный подход: организация как живой организм[1].

Каждый подход имеет свои достоинства и недостатки, вкратце рассмотрим их ниже.

В основе рационального подхода к стратегическому управлению организацией лежит допущение о том, что существует единственная оптимальная стратегия и роль менеджера заключается в том, чтобы разработать стратегию, в наибольшей степени близкую к оптимальной. Процесс разработки стратегии подразумевает выбор из нескольких альтернатив той, которая максимизирует полезность для организации. Данный подход к стратегическому управлению был распространен в 1950–1960-х гг. и был наиболее приспособлен для работы в условиях высокой определенности. Рациональный подход предполагает наличие одной единственной правильной (оптимальной) стратегии.

Привлекательность рационального подхода в значительной степени заключается в конкретном наборе шагов, предлагаемом данной школой для разработки эффективной стратегии. Менеджер, занимающийся разработкой стратегии организации, должен совершить в определенной последовательности ряд конкретных действий: определение миссии компании, проведение SWOT-анализа, выявление стратегических альтернатив и выбор наиболее подходящей из них, реализация ее на практике, оценка выполненных действий и контроль.

Ключевые положения, на которых базируется рациональный подход, были описаны Генри Минцбергом:

- предсказуемость, отсутствие значимого вмешательства извне;
- наличие четко определенных целей;
- реализация стратегии после ее формулирования;
- полное понимание процессов как внутри организации, так и вовне;
- ожидание рационального поведения от себя и контрагентов.

Как отмечает ван дер Хайден, рациональный подход можно емко определить словосочетанием «предвидеть и контролировать»[2].

Однако в реальности это далеко не всегда достижимо. На практике компании время от времени сталкиваются с ситуациями, когда период сравнительной стабильности и предсказуе-

[1] *Morgan G.* Images of Organization. Beverly Hills, CA: Sage Publications, 1986.
[2] *Van der Heijden K.* Scenarios: The Art of Strategic Conversation, Second Edition. P. 23.

Katalevsky_1.indd 42 28.03.2011 16:10:13

мой конкурентной среды сменяется резкой турбулентностью и нестабильностью. Перемены могут быть настолько быстрыми и непредсказуемыми (например, при появлении радикально новой технологии или значительной трансформации модели ведения бизнеса), что весь предыдущий опыт организации оказывается бесполезным и малоприменимым к новым реалиям[1]. Данный феномен представлен на рис. 1.6.

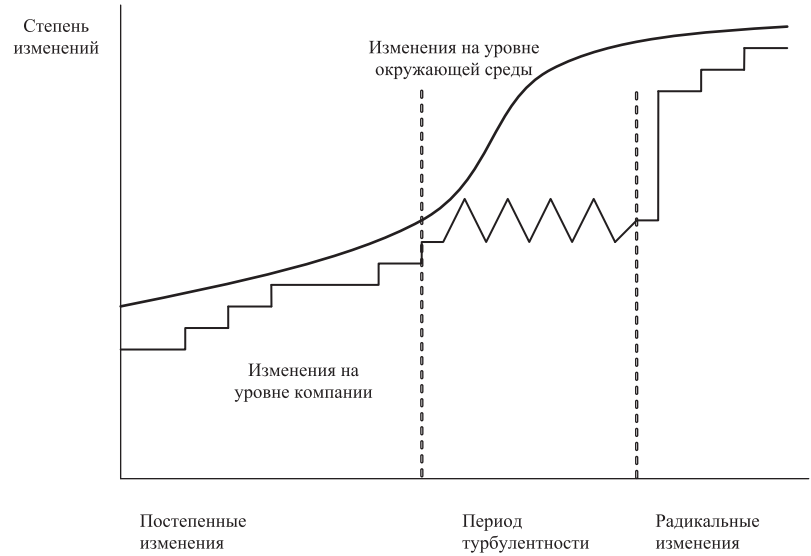


Рис. 1.6. Периоды изменений в организации[2]

Генри Минцберг считает, что для данного процесса характерна цикличность — все организации время от времени сталкиваются с подобными ситуациями «жизни или смерти»[3]. Те организации, которые могут пережить данную ситуацию, будут развиваться на основе новых идей и/или моделей ведения бизнеса. При дальнейшем развитии и усилении конкуренции эффективности некогда инновационные подходы будут превращаться во все более рутинные практики до нового витка кризиса.

Пьер Вак предположил, что крупные организации могут быть более подвержены опасности пострадать от стратегиче-

[1] *Johnson G., Scholes K.* Exploring Corporate Strategy (6th ed.). London: Financial Times Prentice Hall, 2002.

[2] *Van der Heijden K.* Scenarios: The Art of Strategic Conversation, Second Edition. P. 28.

[3] *Mintzberg H.* Patterns in strategy formation // Management Science. 1978. 24 (9).

Katalevsky_1.indd 43 28.03.2011 16:10:13

ских изменений вследствие так называемого «кризиса восприятия»: из-за невозможности вовремя выявить и предугадать новые направления развития, будучи замкнутыми на устаревшие реалии[1].

Рациональная парадигма «предвидения и контроля» не позволяет предугадать и эффективно справиться с последствиями стратегических перемен и турбулентной внешней среды[2]. Несмотря на высокую популярность в середине прошлого века, рациональный подход был вынужден уступить лидерство другим направлениям — эволюционному и процессному подходам. С нарастанием скорости перемен и заметным усилением конкуренции в 1970–1980-х гг. он был постепенно вытеснен противоположным направлением — эволюционным.

Эволюционное направление признавало сложную природу устройства организации, которая в значительной степени лежит за пределами рационального восприятия[3]. В частности, Чарльз Линдблом был одним из первых, кто предположил, что стратегия организации является не целеполагающей (как было принято считать), а скорее «избегающей проблем», направленной на действия, позволяющие избегать возможных трудностей, ограничений, ущерба. Принятие решений в организациях *полицентрично* и представляет собой сложный процесс взаимных уступок и переговоров перед тем, как будет предпринято какое-либо конкретное действие: единой согласованной стратегии не существует, вместо этого — процесс «развития кое-как» (muddling through).

Генри Минцберг ввел в оборот термин «возникающей стратегии», когда серия событий и предпринятых организацией действий в ретроспективном анализе интерпретируется как «стратегия»[4]. «Возникаемость» объясняется как проявление непредсказуемого поведения системы, состоящей из взаимодействия множества простых элементов, которые невозможно предсказать или просчитать, даже зная поведение конкретного элемента в отдельности. В этом контексте некоторые ра-

---

[1] *Wack P.* Scenarios, uncharted waters ahead // Harvard Business Review. September—October. 1985. P. 73–90.

[2] *Mintzberg H.* The Rise and Fall of Strategic Planning. Hemel Hempstead: Prentice Hall, 1994.

[3] *Lindblom C.E.* The science of muddling through // Public Administration Review. 1959. Vol. 19. P. 79–88.

Mintzberg H., Watters J. Of strategies, deliberate and emergent // Strategic Management Journal. 1985. Vol. 6. P. 257–272.

[4] *Mintzberg H.* The Rise and Fall...

Katalevsky_1.indd 44 28.03.2011 16:10:13

дикальные сторонники эволюционного подхода даже доказывают, что вера в возможность существования рациональной стратегии иллюзорна, и заявляют о «смерти стратегического планирования».

Эволюционное направление перекликается с быстрым развитием сравнительно новой области исследований — «теории сложности» (complexity theory), предполагающей, что в ситуациях, когда одновременно действует множество независимых агентов, поведение всей системы становится труднопредсказуемым и вероятностно-производным. Стратегия представляет собой следование направлению эволюционирования окружающей среды: выигрышная стратегия может быть осознана только в ретроспективе и представляет собой наиболее подходящий набор действий, позволивший организации добиться наибольшего соответствия изменяющимся реалиям окружающей среды. Таким образом, в контексте эволюционной парадигмы стратегия организации заключается в постоянном экспериментировании и последовательном отсечении всего того, что не приносит желаемого результата.

Однако эволюционная парадигма не завоевала абсолютной популярности среди научного и практического сообщества, которое не было готово признать полную зависимость организации от факторов внешней среды. Недостатком эволюционного подхода стали достаточно слабые прогностические возможности. Кроме того, большинство управленцев склонны считать, и не без оснований, что у них есть возможность повлиять на обстоятельства. Тем не менее одним из практических выводов эволюционного подхода стала рекомендация реагировать на проблемы по мере их поступления, делая оптимальный выбор в каждой возникающей ситуации, — т.е. инкрементальный подход к управлению.

Процессный подход занимает промежуточную позицию между рациональным и эволюционным направлениями. Он утверждает, что, хотя и невозможно выработать оптимальную стратегию только посредством рационального мышления, менеджеры могут наладить процессы в организациях таким образом, что последние станут гибкими, а организация, став «самообучаемой», будет лучше приспособлена к условиям окружающей среды.

Сторонники процессного подхода уделяют основное внимание процессам, происходящим в организации. Сторонники рационального и эволюционного подходов практически не задумывались над этим аспектом. Согласно ван дер Хайдену,

Katalevsky_1.indd 45 28.03.2011 16:10:13

в основе процессного подхода лежит утверждение о взаимосвязанности действия и осмысления стратегии[1] (согласно рационалистам, действие и осмысление стратегии — совершенно отдельные области).

Карл Вейк сформулировал это следующим образом: «Если вы потерялись, старая карта лучше, чем ничего»[2]. В качестве иллюстрации он приводит реальный случай. Группа солдат заблудилась во время маневров в горах, когда из-за снегопада связь с ней прервалась. После отсутствия в течение нескольких дней солдаты вернулись на базу. На вопрос, как они отыскали дорогу обратно, солдаты ответили, что у одного из них в кармане нашлась карта. Однако в реальности оказалось, что карта была совсем другой местности. Согласно Вейку, старая карта послужила *стимулом* для начала активных действий со стороны солдат. Начав действовать, они стали получать и оценивать информацию о внешней среде, тем самым запустив своеобразную «петлю обучения», которая постепенно позволила им выстроить правильное восприятие мира и вернуться на базу.

Сторонники процессного направления в стратегическом менеджменте соглашаются с эволюционистами в том, что большинство организационных ситуаций слишком сложны, чтобы анализировать их в деталях. Является ли стратегия правильной или неверной, не так важно — гораздо важнее *запустить цикл постоянного обучения*, основанного на восприятии, осмыслении и действии. Таким образом, *эффективна та стратегия, которая позволяет организации задействовать петлю обучения.*

Петля обучения, предложенная Дэвидом Кольбом на основе синтеза теорий Курта Левина и Жана Пиаже, представляет собой простейший пример действия механизма обратной связи[3] (рис. 1.7).

Д. Кольб особо отметил факт постоянства и непрерывности процесса организационного обучения. Применительно к стратегическому управлению, Кольб выделил сам процесс обучения организации как основу стратегического управления, отмечая, что *не существует единственно правильной стратегии в быстро изменяющейся окружающей среде.* Таким образом, процессный подход к стратегическому управлению представляет

---

[1] *Van der Heijden K.* Scenarios: The Art of Strategic Conversation, Second Edition. P. 38.

[2] *Weick K.* Cartographic myths in organizations // A.S. Huff (ed.). Mapping Strategic Thought. Chichester: John Wiley and Sons, 1990.

[3] *Kolb D.A.* Experiential Learning. Experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1984.

Katalevsky_1.indd 46 28.03.2011 16:10:13

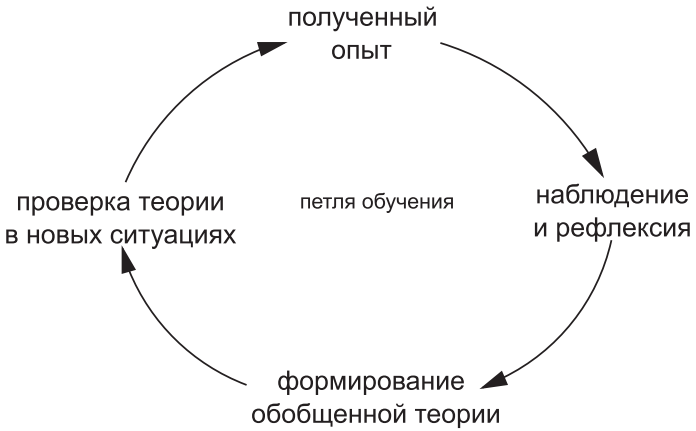


Рис. 1.7. Модель односторонней петли обучения организации

собой компромисс между рациональным и эволюционным направлениями.

Петля обучения Кольба в настоящее время известна в научной управленческой литературе как *модель обучения на основе односторонней петли обратной связи*. Процесс обратной связи имеет принципиальное значение для процесса обучения. Принимаемые управленцами решения являются результатом применения стереотипных правил и типичного мировоззрения к информации, на основе которой происходит восприятие мира. Сами же управленческие действия и восприятие определяются господствующими в обществе нормами и традициями (социальными, политическими, культурными). Иными словами, *интерпретация информации о проблеме проходит через социокультурный и индивидуальный специфический фильтр* — так называемые индивидуальные «*интеллектуальные*» (*ментальные*) *модели*[1]. Традиционная схема процесса обучения на основе анализа обратной связи с учетом ментальных моделей представлена на рис. 1.8.

Интеллектуальные модели широко известны в психологии и теории управления. Разные теории и подходы описывают ментальные модели как набор общепринятых практик или стандартизированных процедур, типичный механизм выбора того или иного действия, когнитивные карты/модели восприятия окружающего мира, типологии категоризации опыта, восприятия

[1] *Сенге П., Клейнер А., Робертс Ш., Росс Р.* и др. Танец перемен: новые проблемы самообучающихся организаций. М.: Олимп-Бизнес, 2004.

Katalevsky_1.indd 47 28.03.2011 16:10:14

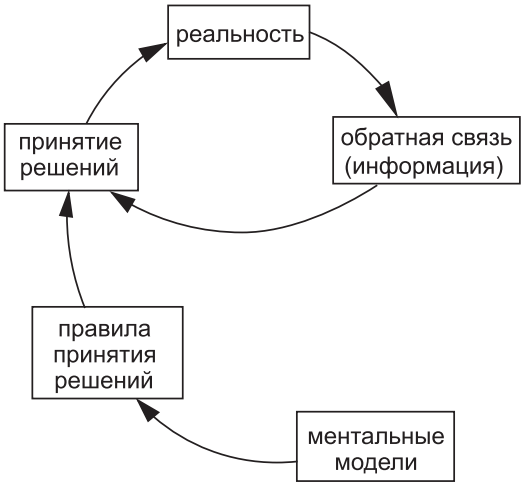


Рис. 1.8. Традиционная схема процесса обучения на основе анализа обратной связи с учетом ментальных моделей

явлений повседневной жизни и т.п.[1] Концепция ментальных моделей является основополагающей в управлении на основе обратной связи. Управленческие решения основываются на интеллектуальных моделях ЛПР. Интеллектуальная модель представляет собой восприятие ЛПР системы взаимосвязей между причинами и следствием, описывающих поведение определенной социально-экономической системы.

До тех пор, пока интеллектуальные модели восприятия действительности у ЛПР статичны и неизменны, процесс обучения, согласно Крису Арджирису, остается односторонним[2]. Данный процесс обучения не меняет представлений о картине мира, поскольку каждый индивидуум воспринимает окружающий мир через призму собственного мировоззрения, опосредованного традициями, привычками и прочими социокультурными особенностями.

Арджирис и Шён усовершенствовали модель организационного обучения, предложив модель обучения *на основе двойной*

[1] *Axelrod R.* The Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites. Princeton: Princeton University Press, 1976.

Hall R. A system pathology of an organization: The rise and fall of the old Saturday Evening Post // Administrative Science Quaterly. 1976. Vol. 21. № 2. P. 185–211.

Doyle J. The cognitive psychology of systems thinking // System Dynamics Review. 1997. Vol. 13. № 3. P. 253–265.

[2] *Argyris C.* Strategy, Change and Defensive Routines. Boston: Pitman, 1985.

Katalevsky_1.indd 48 28.03.2011 16:10:14

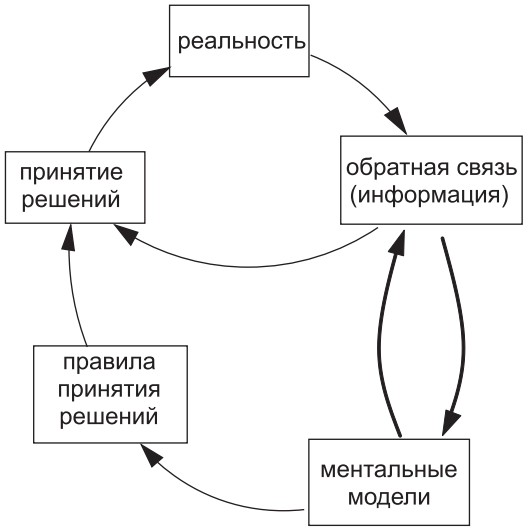


Рис. 1.9. Двойная петля организационного обучения

петли обратной связи[1] (double-loop learning, рис. 1.9). Согласно ей, информация о реальном мире не только влияет на принимаемые решения, но и *способна изменять интеллектуальные модели лиц, принимающих решение* (*ЛПР*). Как только меняются интеллектуальные модели, изменяются также и правила принятия решений, т.е. то, как индивидуум или лицо, принимающее решение, мыслит. Это позволяет создавать новые модели принятия решений, использовать новые стратегии и подходы к сложным проблемам. Таким образом, *изменив структуру принятия решения, ЛПР корректирует собственное поведение*.

По мнению Джея Форрестера, *все принимаемые менеджерами решения базируются на интеллектуальных моделях*[2]. В рамках процессуальной парадигмы интеллектуальные модели менеджеров являются фундаментом, на основе которого формируется стратегия организации. Именно интеллектуальные модели определяют стратегическое видение менеджерами будущего организации; они являются своеобразным полем, в рамках которого принимаются решения. Процессный подход уделяет ключевое внимание групповому обучению, лежащему в основе

[1] *Argyris C., Schon D.* Organizational Learning: A Theory of Action Approach. Reading, MA: Addison-Wesley, 1996.

[2] *Forrester J.W.* Counterintuitive behavior of social systems // Technology Review. 1971. Vol. 73. № 3. P. 52–62.

Katalevsky_1.indd 49 28.03.2011 16:10:14

организационного обучения и способности компании своевременно реагировать на изменения внешней среды. Ван дер Хайден отмечает, что институциональное действие возможно только на основе успешного группового обучения, для которого, в свою очередь, требуется наличие в организации «критической массы людей, разделяющих одно и то же мнение»[1]. При достижении критической массы людей, разделяющих общее мнение по определенному поводу, запускается петля обучения, трансформирующая намерения сотрудников в конкретные действия, и весь процесс начинает работать. Так формируется «возникающее» поведение, являющееся следствием внутренних изменений в рамках самой организации. Посредством выработки и применения формальных и неформальных правил функционирования организации менеджмент может направлять и закреплять развитие организации в намеченном направлении[2].

Именно процессный подход в стратегическом управлении позволил взглянуть на организацию как на *сложную адаптивную систему* (complex adaptive system). Адаптивность не подразумевает подчинение организации действию внешних сил. Напротив, будучи открытой системой, организация взаимодействует с внешним окружением, приспосабливаясь к изменениям окружающей среды и одновременно изменяя ее. Процессный подход подчеркивает ключевую роль способности организации к самообучению для эффективной адаптации к изменяющимся условиям внешней среды: по мнению Ари де Гиуса, способность организации к обучению представляет собой наиболее эффективное оружие в конкурентной борьбе[3].

Способность организации к обучению в значительной степени зависит от гибкости интеллектуальных моделей менеджеров. Питер Сенге в одной из своих статей приводит пример ошибок в стратегическом управлении крупными корпорациями, вызванных некорректными интеллектуальными моделями[4]. В частности, на протяжении многих десятилетий XX века так называемая «большая тройка автомобилестроителей из Детройта», куда входили General Motors, Ford и Chrysler, считала,

---

[1] *Van der Heijden K.* Scenarios: The Art of Strategic Conversation... P. 42.

[2] *Checkland P.* Systems Thinking, Systems Practice. Chichester: John Wiley and Sons, 1981.

[3] *De Geus A.* Planning as learning // Harvard Business Review. 1988. Vol. 66. № 2. P. 70–74.

[4] *Senge P.* Creating desired futures in a global economy // Reflections: The SoL Journal on Knowledge, Learning and Change. 2003. Vol. 5. № 1. P. 1–11.

Katalevsky_1.indd 50 28.03.2011 16:10:14

что машины покупаются потребителем исходя из дизайна, а не качества и надежности. Замкнутому на данную интеллектуальную модель менеджменту этих компаний не составляло труда собирать соответствующие «доказательства» — многочисленные маркетинговые исследования и опросы это подтверждали. Но японские и немецкие производители стали постепенно приучать американцев к тому, что вместе с хорошим дизайном можно также получить и высокое качество сборки. Доля иностранных производителей на рынке США стремительно выросла с нуля в 1965 г. до 38% в 1989 г., а в начале 2000-х гг. впервые превысила долю рынка американских производителей автомобилей.

Известный консультант в области стратегического управления Ян Митрофф провел собственное исследование и выявил ключевые положения, на которых базировалась стратегия компании General Motors:

- компания делает деньги, а не машины (во главу угла ставилась прибыль);
- машина как статус: важен дизайн, а не качество;
- американский рынок географически изолирован от остального мира — следовательно, у американских компаний есть преимущества;
- работники предприятия не способны значительно повлиять на качество продукции[1].

Когда-то эти принципы действительно помогли General Motors завоевать рынок. Однако со временем они изменились, в то время как модели мышления менеджмента компании остались прежними.

В связи с этим многие исследователи вводят понятие «интеллектуальных (когнитивных) карт» (mental maps) — *карт восприятия* менеджерами модели функционирования организации[2]. Карты восприятия получили широкое распространение в современной управленческой практике. Построение карт восприятия имеет принципиальное значение для менеджеров по целому ряду причин:

1) *карты восприятия помогают сформировать системную картину происходящего.* Объединяя разрозненную информа-

[1] *Mitroff I.* Break-Away Thinking: How To Challenge Your Business Assumptions. New York: John Wiley, 1988.

[2] *Sterman J.* Business Dynamics: Systems thinking and Modeling for complex world. McGraw Hill, 2000.

Katalevsky_1.indd 51 28.03.2011 16:10:14

цию, интеллектуальные карты помогают выявить и наглядно представить общую картину, тем самым способствуя преодолению ограниченной рациональности, свойственной человеческому восприятию;

2) *карты восприятия позволяют существенно расширить и изменить сложившиеся ментальные модели* у менеджеров и ЛПР. Управленцы получают возможность сразу перейти к модели обучения на основе двойной петли обратной связи, гибко адаптируясь к быстро меняющейся окружающей среде;

3) *карты восприятия способствуют выработке общего видения стратегии развития организации*. Разработка карт восприятия обычно происходит в форме групповых семинаров высшего и среднего менеджмента организации, где происходит активный обмен мнениями, дебаты и прения, по итогам которых вырабатывается консолидированная позиция. Методология процессов моделирования карт восприятия подробно описана в трудах специалистов по системной динамике и стратегическому управлению, например в работах Д. Андерсена, Дж. Ричардсона и Дж. Вэнникса[1], Д. Брайсона[2] и других.

Синтезированные воедино идеи из индивидуальных карт восприятия помогают составить *«коллективную карту восприятия»*. В случае с разработкой стратегии организации важным фактором успешного моделирования карты восприятия является групповая работа менеджеров. В своих исследованиях Дж. Суровицкий доказал, что группа в совокупности значительно умнее даже самых умных своих членов по отдельности[3]. Ему удалось показать, что эффективное принятие решений в организациях необходимо строить на основе групповой работы, при этом необходимыми слагаемыми успеха является наличие плюрализма мнений, независимости членов группы друг от друга, децентрализации полномочий и эффективного инструмента агрегирования полученных результатов. Если все перечисленные условия выполняются, то, считает Суровицкий, коллективный разум группы будет превосходить результаты, полученные каждым индивидуумом или даже небольшой группой. Также важным преимуществом карт восприятия является возможность избежать двух важных крайностей управленче-

[1] *Anderson D.F., Richardson G.P., Vennix J.* Group Model-building: Adding More Science to the Craft // System Dynamics Review. 1997. Vol. 13. № 2. P. 187–201.

[2] *Bryson J.* Strategic planning for public and nonprofit organizations. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1995.

[3] *Surowiecki J.* The wisdom of crowds. New York, NY: Anchor Books, 2005.

Katalevsky_1.indd 52 28.03.2011 16:10:14

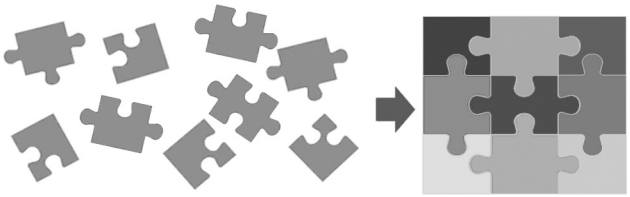


Рис. 1.10. От индивидуальных ментальных моделей к коллективным

ского мышления — группового конформизма с одной стороны и чрезмерной фрагментации с другой.

Применение интеллектуальных карт для решения управленческих задач описано в рамках исследований по управлению качеством[1], в информационных системах[2], разработке стратегии организации[3], в политическом анализе[4], в принятии решений[5]. И хотя существует множество разновидностей интеллектуальных карт, наиболее часто они разрабатываются в виде причинно-следственных диаграмм (causal diagrams).

Карты восприятия, созданные на основе причинно-следственных диаграмм, помогают:

1) сфокусировать внимание на глубинных причинах проблем в организации[6];

2) выявить критические точки (рычаги), на которые следует воздействовать для достижения поставленных целей[7];

3) оценить возможные последствия и риски внедрения той или иной стратегии[8];

4) эффективно сформулировать и транслировать по коммуникационным каналам стратегию компании;

---

[1] *Evans J.R.* Total quality management, organization, and strategy, 4th ed. Mason, OH: Thomson South-Western, 2005.

[2] *Nelson K.M., Nadkarni S., Narayanan V.K., Ghods M.* Understanding software operations support expertise: A revealed causal mapping approach // MIS Quarterly. 2000. Vol. 24. № 3. P. 475–507.

[3] *Kaplan R.S., Norton D.P.* How strategy maps frame an organization's objectives // Financial Executive. 2004. Vol. 20. № 2. P. 40–45; *Eden K., Ackermann F.* Making strategy: The Journey of Strategic Management. London: Sage, 1998.

[4] *Axelrod R.* The Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites. Princeton: Princeton University Press, 1976.

[5] *Novak J.D.* Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tool. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1998.

[6] *Evans J.R.* Total quality management, organization, and strategy, 4th ed. Mason, OH: Thomson South-Western. 2005.

[7] *Kaplan R.S., Norton D.P.* How strategy maps frame an organization's objectives // Financial Executive. 2004. Vol. 20. № 2.

[8] *Card D.N.* Learning from our mistakes with defect causal analysis // IEEE Software. 1998. Vol. 15. № 1. P. 56–63.

Katalevsky_1.indd 53 28.03.2011 16:10:14

5) наглядно представить и объяснить сложную структуру взаимозависимостей и взаимодействия между организацией и ее контрагентами.

Однако, по мнению ряда исследователей, для наглядного отражения реальности недостаточно разрабатывать карты восприятия на основе простых причинно-следственных диаграмм. Сторонники процессного подхода полагают, что организация представляет собой сложную адаптивную систему, соответственно, сложность и взаимосвязанность процессов, происходящих внутри и вовне организации, должна учитываться в интеллектуальных моделях менеджеров и присутствовать в картах восприятия. Для этого специалистами в области управления и системно-динамического моделирования был разработан инструментарий *причинно-следственных диаграмм с учетом эффекта обратной связи* (feedback loop diagrams). Простейшая диаграмма обратной связи, состоящая из положительного контура, рассматривалась в предыдущем разделе на примере гонки вооружений между СССР и США.

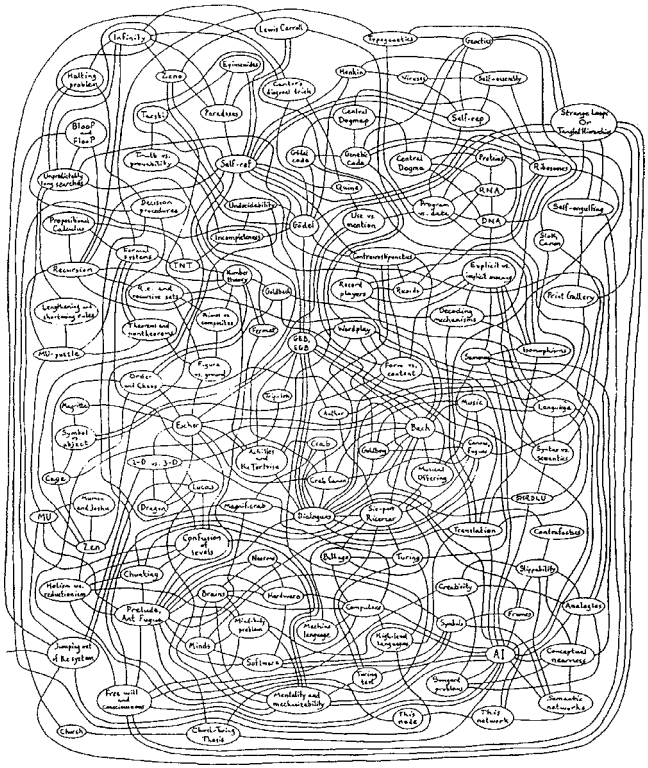
Понимание интеллектуальных моделей ЛПР является важной задачей. Однако не менее важной задачей представляется также и корректировка ментальных моделей, если они некорректно отражают реальность. Одна из основных трудностей, с которой приходится сталкиваться в практике управления, — *изменение* ментальных моделей, что зачастую представляется нетривиальной задачей. Еще большую сложность представляет *изменение ментальных моделей группы людей* — например профессионального сообщества или же населения города/области/страны. Причина тому — множество барьеров на пути обучения. Нередки случаи, когда процессы группового обучения растягивались на годы, десятилетия и даже столетия.

Джон Стерман со ссылкой на исследователя Ф. Мостеллера (F. Mosteller) приводит показательный пример процесса социального обучения, занявшего более двух с половиной столетий[1]:

- до 1600: цинга (недостаток витамина С) представляет собой наибольшую опасность для моряков: от нее умирают чаще, чем от штормов, морских сражений и прочих опасностей, вместе взятых.
- 1601 — доктор Ланкастер проводит эксперимент в течение путешествия в Восточную Индию. На одном корабле команда получает 3 грамма лимонного сока в день. На других трех

[1] *Mosteller F.* Innovation and Evaluation // Science 211 (27 Feb. 1981). P. 881–886.

Katalevsky_1.indd 54 28.03.2011 16:10:14



Источник: *Radzicki M., Taylor R.* Introduction to System Dynamics. US Department of Energy, 1997. http://www.systemdynamics.org/DL-IntroSysDyn/ch3_f.htm

Рис. 1.11. Собственная зарисовка Хофстеде части его ментальной модели

судах команда не получает этого. В результате к середине пути 110 из 278 моряков умерли преимущественно от цинги. Команда, получавшая лимонный сок, осталась преимущественно здоровой.

- 1747 — доктор Джеймс Линд проводит официальный эксперимент по лечению цинги с помощью разнообразных эликсиров. Вылечиваются те пациенты, которые пьют настойку с лимонным соком. Остальные средства не помогают.
- 1795 — британский морской флот начинает использовать лимонный сок в своем рационе. Цинга исчезает.
- 1865 — британская Торговая Палата делает обязательным использование лимонного сока на кораблях. Цинга исчезает и с торгового флота.

Katalevsky_1.indd 55 28.03.2011 16:10:14

Таким образом, весь процесс от гипотезы до результата обучения занял двести шестьдесят пять (!) лет.

Процесс обучения занимает время. Но он труден и по объективным причинам, главными из которых являются *динамическая сложность* окружающего мира, *ограниченность информации* и *ограниченная рациональность* человеческого мышления. Некоторые из причин уже упоминались выше при анализе принятия решений в динамически изменяющейся среде, а ниже приводится более полный список источников проблем понимания сложных систем:

1. ***Динамическая сложность*** является одним из главных факторов, затрудняющих понимание поведения сложных систем. К причинам возникновения феномена динамической сложности систем можно отнести следующие:

1.2. *Динамика изменений*: все изменяется, но с разной скоростью. Когда скорости изменения разных систем пересекаются и накладываются друг на друга, то могут возникнуть проблемы (например, звезды накапливают энергию миллиарды лет, а сгорают за секунды; рынок может быть стабильным в течение десятилетий, а «обвалиться» за несколько часов);

1.3. Элементы системы тесно связаны между собой и с внешним миром — изменения в одном элементе влекут труднопредсказуемые изменения в остальных элементах;

1.4. *Обратная связь*: элементы системы, взаимодействуя, провоцируют дальнейшие изменения, которые меняют всю систему. Новое состояние системы приводит к изменению ее поведения и одновременно меняет характер взаимодействия ее элементов, что проявляется в новом витке изменений (например, вода превращается в лед, обретая новые свойства);

1.5. *Нелинейность процессов*: сложность предсказания поведения системы обусловлена невозможностью простой экстраполяции ее тренда поведения в прошлом;

1.6. *Историческая зависимость* (path dependence): выбор одного пути предопределяет вероятность выбора и других путей (концепция «зависимости пути» — первоначальные решения влияют на последующие, задавая границы траектории дальнейшего развития). Прошлое предопределяет ход будущего;

1.7. *Адаптивность систем*: со временем происходит изменение в поведении сложных социальных систем. Каким оно будет и будет ли вообще — предсказать трудно;

1.8. *Контр-интуитивность, неочевидность поведения систем*: причина и следствие сильно разведены во времени, что затрудняет их выявление. Высокоэффективные действия часто неочевидны на первый взгляд;

Katalevsky_1.indd 56 28.03.2011 16:10:14

1.9. *Сопротивление*: сложность систем, в рамках которых мы оперируем, зачастую превышает наши аналитические способности и возможности по их распознанию и эффективному управлению ими.

2. ***Ограниченность информации*** — наше мышление воспринимает информацию через всевозможные мыслительные (ментальные) фильтры во многом избирательно и нерационально. Кроме того, реальность такова, что практически в любом случае принятия управленческого решения собрать полную информацию о ситуации не представляется возможным.

3. ***Ограниченная возможность рационального мышления.*** Эмоции, рефлексы, процессы в подсознании, другие рациональные и иррациональные факторы влияют на нашу способность интерпретировать, обрабатывать и оперировать информацией. Многочисленные исследования показывают, что даже небольшое возрастание уровня сложности мгновенно делает человека неспособным реагировать адекватно. Впервые на это обратил внимание Герберт Саймон в конце 1950-х гг.[1] (в 1979 г. ему была присуждена Нобелевская премия по экономике за формулирование данной концепции). Г. Саймон сформулировал уже упоминавшийся выше принцип «ограниченной рациональности».

Согласно данному принципу, наш разум не в состоянии охватить всю сложность проблемы. В результате, сталкиваясь в реальности с необходимостью принимать сложные решения, люди значительно упрощают реальность. Поведение среднестатистического человека (вопреки распространенной в экономической теории точке зрения), во-первых, не является строго рациональным, а во-вторых — не способно справиться даже с незначительным возрастанием сложности.

Ограниченная рациональность приводит к тому, что:

1) *привычные людям ментальные модели* (*стереотипы*) *чрезмерно упрощают картину*;

2) *обычный человек не может оценить динамику даже самых простых эффектов в уме.*

Например, на вопрос, какой толщины будет лист обыкновенной бумаги, сложенный вдвое 42 раза, респонденты дают ответ, варьирующийся в пределах от нескольких сантиметров до 2–3 метров. В действительности же сложенный 42 раза лист бумаги имел бы ширину, превышающую 440 тысяч километров.

[1] *Simon H.* Administrative Behavior; a Study of Decision Making processes in Administrative Organizations, 2nd ed. New York: Macmillan, 1957.

Katalevsky_1.indd 57 28.03.2011 16:10:14

Начиная примерно с 1970-х гг. многие исследователи в сфере управления, социологи и другие специалисты констатируют стремительно нарастающую сложность процессов управления и значительное ускорение изменений. Внешняя среда, ускоряемая новым витком технологического прогресса, требует от организаций все более быстрой адаптации к изменениям, а от управленцев — все более быстрого принятия решений в совершенно ином по уровню сложности окружающем мире. Старые методики анализа и принятия решений оказываются бессильными перед лицом нарастающей сложности.

Здесь уместно привести высказывание известного советского ученого-психолога *Г.П. Щедровицкого* касательно адекватности существующих методов научного познания:

«Что такое галилеевская модель науки? Здесь мне придется сформулировать несколько очень резких тезисов, которые поначалу могут показаться вам странными и которые я, тем не менее, стал бы отстаивать. Галилеевская модель науки предполагает в качестве своего обязательного и непременного методологического условия то, что из общего контекста нашей деятельности и мыследеятельностной практики, из этого мира, в котором задается наша практика, необходимо выделить какой-то один процесс — *абстрагировать* его, а затем рассматривать сам по себе. Происходит то, что издавна было названо идеализацией: определенная идеальная действительность или представление замещает то, с чем мы сталкиваемся деятельностно-практически, на практике, и что могло бы быть названо реальностью. Из этого следует, что наука никогда не занимается реальностью. То, что научные законы описывают реальность, — это иллюзия, и это можно показать на исторических примерах и примерах из практики. И раньше, в общем-то, все это очень хорошо понимали. И когда противники Галилея указывали ему на реальные факты жизни, он, как и всякий подлинный ученый, отвечал им принципиально и не идя на компромисс. Он говорил: “Если факты не соответствуют моим конструкциям, то тем хуже для фактов”»[1].

Соответственно, с усложнением процессов управления значительно возрастает ценность новых методик анализа, таких как системно-динамическое моделирование, которые помогают выявить проблему и найти подходящее решение с учетом проработки разнообразных последствий и возможных сторонних эффектов. С нарастанием турбулентности и хаоса в окружающем мире особенно востребованной становится *прогностическая* функция системной динамики.

[1] *Щедровицкий Г.П.* Вопросы саморазвития человека. Вып. 3. К., 1991. С. 3–32.

Katalevsky_1.indd 58 28.03.2011 16:10:14

К вопросу о рациональности принятия решений…

Проблема принятия рационального решения и системного анализа, пожалуй, нигде так не актуальна, как при инвестировании на фондовом рынке. Однако, несмотря на блестящее образование финансистов с Уолл-стрит и сложные математические обоснования инвестиционных стратегий, рациональность инвестиционных менеджеров при игре на фондовом рынке остается под большим вопросом. Разве были бы возможны неоднократные спекулятивные пузыри (к слову, развивающиеся по классическому сценарию механизма действия положительной обратной связи) при условии рациональных действий всех игроков? В ответ на это современная экономическая теория признает существование рациональных рынков, но с «небольшой» оговоркой: рынок, как правило, является рациональным, однако он состоит из иррациональных участников, поведение которых время от времени создает аномалии. Некоторые ученые, например *Бертон Малкил* (Burton Malkiel), профессор Принстонского университета и автор нашумевшей книги *A Random Walk Down Wall Street*, подчеркивая теорию иррациональности поведения некоторых игроков фондового рынка, утверждают, что «обезьяна с завязанными глазами, бросающая дротики "дартса" в газетную страницу с финансовой информацией, способна выбрать портфель, результаты которого будут ничуть не хуже, чем у портфеля, тщательно подобранного экспертами».

Как это ни парадоксально, но именно обезьяна однажды переиграла ведущих аналитиков с Уолл-стрит. Эксперимент был поставлен в 1999 г. Шестилетняя шимпанзе Рейвен бросала дротики дартса в мишень, на которой были представлены 133 компании США, работающие в сфере интернет-экономики. Результаты оказались ошеломляющими: доходность инвестирования в выбранные акции составила 213% годовых, что более чем в четыре раза превосходило доходность от вложений в акции индекса Dow Jones и в два раза — индекса Nasdaq. Подсчитано, что если бы Рейвен работала на инвестиционный фонд с Уолл-стрит, то ее результат стал бы 22-м среди более чем шести тысяч (!) профессиональных инвесторов. Эксперимент оказался настолько удачным, что какое-то время в Интернете даже существовал индекс доходности MonkeyDex, отслеживающий поведение акций, выбранных шимпанзе. Ну а если учесть, что Рейвен «ушла на пенсию» в начале 2000 г. и до лопнувшего чуть позже интернет-пузыря, то ее вложения можно назвать исключительно удачными.

Одним из успешных примеров долгосрочного прогноза являются исследования последствий процесса долгосрочного (50 лет) перехода США от использования нефтегазовых ресурсов к возобновляемым источникам энергии, проведенные

Katalevsky_1.indd 59 28.03.2011 16:10:14

Джоном Стерманом (John Sterman), руководителем группы по системной динамике при Слоановской школе бизнеса Массачусетского Технологического Института[1]. Построенная им модель энергетического сектора и ее влияние на экономику США позволили показать, что цены на нефть в долгосрочном периоде значительно вырастут. Однако существенный эффект запаздывания приведет к тому, что эти явления будут растянуты во времени и не будут достаточно очевидными. Построив системно-динамическую модель роли энергоресурсов в экономике США и факторов, влияющих на спрос на энергию в экономике, Джон Стерман получил следующие выводы:

- Истощение ресурсов вызовет *удорожание энергии*, так как потребует привлечения дополнительной рабочей силы и инвестиций к добыче единицы энергоресурса (вопреки распространенному мнению, *разведка и открытие новых месторождений* не приведет к сдерживанию роста цен на нефть, так как она *не будет успевать за экспоненциальным ростом спроса на нефть*).
- Длительный период перехода к новым источникам энергии приведет к тому, что высокие цены на энергоресурсы значительно усугубят эффект от истощения природных ресурсов, так как *будут перераспределять высокий процент национального дохода, капитала и труда от других областей в область энергетики* (чрезмерное аккумулирование инвестиций в нефтегазовый сектор, тогда как остальные сектора — машиностроение, высокие технологии, легкая промышленность — недополучают инвестиции). В долгосрочной перспективе данный эффект может привести к отраслевому дисбалансу в экономике.
- Будет наблюдаться *значительный рост цен* (выше их равновесного значения) в период перехода к возобновляемой энергии от нефтегазовых ресурсов, что приведет к соответствующему *росту инфляции*.

Спустя почти двадцать пять лет прогнозы, сделанные Д. Стерманом, практически полностью оправдываются (более подробно о системно-динамическом моделировании рынка нефти — во второй части данной книги). Некоторые модели приобретают поистине глобальную значимость.

[1] *Sterman J.D.* The Energy Transition and the Economy: A System Dynamics Approach. PhD Dissertation, MIT Sloan School of Management, 1981.

Katalevsky_1.indd 60 28.03.2011 16:10:14

Контрольные вопросы и задания

- *Какие основные подходы к стратегическому управлению выделяются специалистами? Охарактеризуйте кратко суть каждого из них.*
- *Чем теоретики управления (в частности, Г. Минцберг) обосновывают необходимость применения «возникающих» стратегий?*
- *Описать специфику односторонней и двусторонней петли обучения: модели Д. Кольба и К. Арджириса.*
- *Что такое «ментальные» модели и какова их роль в принятии управленческих решений? Коллективные карты восприятия.*
- *Каковы основные барьеры восприятия и понимания сложных систем?*

1.5. Системная динамика: от истоков к современности

Системная динамика представляет собой одно из направлений *системного подхода* в управлении. В системном подходе подчеркивается, что руководители должны рассматривать организацию как совокупность взаимосвязанных элементов, таких как люди, структура, задачи и технология, которые ориентированы на достижение различных целей в условиях меняющейся внешней среды. По мнению специалистов в области управления, изначальный недостаток подходов различных школ к управлению заключается в том, что они сосредоточивают внимание только на каком-то одном важном элементе, а не рассматривают эффективность управления как результирующую, зависящую от многих различных факторов.

Применение теории систем к управлению облегчило для руководителей задачу увидеть организацию в единстве составляющих ее частей, которые неразрывно переплетаются с внешним миром. Эта теория также помогла интегрировать вклады всех школ, которые в разное время доминировали в теории и практике управления.

Теория систем была впервые применена в точных науках и в технике. Применение теории систем в управлении в конце 50-х гг. явилось важнейшим вкладом школы науки управления. Системный подход — это не набор каких-то руководств или принципов для управляющих, это прежде всего *способ мышления* по отношению к организации и управлению.

В настоящее время системная динамика представляет собой одно из направлений имитационного моделирования наряду с дискретно-событийным и агентным моделированием (подробнее об основах агентного моделирования рассказывается в Главе 5). Как следует из названия, данная дисциплина основывается на двух ключевых понятиях — «системности» и «динамике». Понятие «системности» является важным в понимании

Katalevsky_1.indd 61 28.03.2011 16:10:14

сути системной динамики, утверждающей, что мир вокруг нас представляет собой совокупность сложных социальных систем с нелинейным поведением и зачастую неочевидной динамикой взаимодействия. «Динамика» позволяет анализировать интересующие нас социальные системы не в статике, а в развитии — отслеживая поведение системы во времени, ее изменение под действием тех или иных параметров, в том числе и тех, которые сложно измерить количественно и просчитать математически. Именно динамическая компонента делает метод системной динамики привлекательным инструментом для прогнозирования будущих событий в сложной и неопределенной среде. Рассматривая мир как совокупность взаимодействующих сложных социальных систем, характеризующихся нелинейным поведением, системная динамика предлагает новое понимание реальности и, как следствие, новые инструменты управления ими.

В системной динамике подчеркивается *нелинейность поведения систем* и *важная роль обратной связи*. Развитие системной динамики также было обосновано появлением и развитием компьютеров, без которых сложнейшие расчеты, включающие огромное количество переменных и бесчисленные зависимости между ними, были бы невозможны.

Джей Форрестер впервые заявил о своей теории, которую он в то время называл «индустриальной динамикой», в 1958 г. Позже Форрестер переименовал ее в «системную динамику». К наиболее значимым его книгам относятся: «Индустриальная динамика» (1961), «Принципы систем» (1968), «Мировая динамика» (1971). Вплоть до 1989 г. он возглавлял программу изучения системной динамики в Слоановской школе бизнеса Массачусетского Технологического Института (MIT).

С момента своего приезда в Массачусетский Технологический Университет в 1939 г. Форрестер, получивший инженерное образование, занимался изучением сложных систем с механизмом обратной связи (feedback control mechanisms). Как правило, такого рода исследования носили узкоприкладной характер и курировались непосредственно Министерством Обороны США. Так, во время Второй мировой войны исследования Форрестера были направлены на изучение механизмов работы радарных установок, применявшихся в авиации США.

В 1947 г. на базе MIT была создана одна из первых компьютерных лабораторий, первоочередной задачей которой стала разработка симулятора авиационных полетов для американских военно-морских сил. Джей Форрестер, ставший к тому времени руководителем этого исследовательского проекта, возглавил группу разработчиков первого суперкомпьютера

Katalevsky_1.indd 62 28.03.2011 16:10:15

WHIRLWIND I. Одной из целей создания WHIRLWIND было исследование возможности компьютеров по оптимизации использования информации во время ведения боя. После успешной реализации проекта WHIRLWIND I Форрестер возглавил одно из подразделений Lincoln Laboratory, работавшее над Системой воздушной обороны Северной Америки (North America SAGE — Semi-Automatic Ground Environment Air Defense System). Компьютерная система, созданная под руководством Джея Форрестера, успешно действовала в течение следующих двадцати пяти лет, оставаясь надежной в 99,8% всего времени.

Джей Форрестер

Один из важных результатов работы Форрестера — понимание принципов функционирования систем с обратной связью (feedback control systems). Будучи успешным руководителем, Джей Форрестер пришел к выводу, что, пожалуй, главные проблемы в работе любого менеджера возникают не со стороны механических, инженерных систем, а во многом являются следствием управленческой структуры организаций. По его мнению, социальные системы настолько сложны, что их понимание и контролирование представляют несравненно бóльшую сложность, чем управление искусственными (механическими) системами.

В 1956 г. Джей Форрестер перешел работать в только что созданную MIT Sloan School of Management, одну из самых престижных бизнес-школ мира на сегодняшний день. В это время Форрестер принимает участие в исследовании управления на одном из заводов компании General Electric в штате Кентукки. Менеджеры General Electric, озадаченные низкими показателями эффективности работы завода, не считали, что традиционное объяснение цикличности бизнес-процессов является в данном случае удовлетворительным. Применив метод исследования, который позднее лег в основу системной динамики, Форрестер исследовал структуру системы управления завода в целом, принимая во внимание особенности существовавшего в то время процесса принятия корпоративных решений касательно найма и увольнения сотрудников. В результате исследований он сумел показать, что нестабильная работа завода была обусловлена внутренними причинами (структурой управления на предприятии и спецификой принятия управ-

Katalevsky_1.indd 63 28.03.2011 16:10:15

ленческих решений), а не внешними факторами, как были склонны считать многие. Это исследование и легло в основу разработанной позже новой области научного анализа — системной динамики.

Во второй половине 1950-х гг. и в начале 1960-х системная динамика быстро развивалась благодаря усилиям как самого Джея Форрестера, так и его студентов из бизнес-школы. Начавшееся применение компьютеров позволило значительно облегчить задачу создания системных моделей. Так, уже в 1959 г. Филлис Фокс (Phyllis Fox) и Александр Пью (Alexander Pugh) разработали первую версию компьютерной программы DYNAMO (DYNAmic MOdels, служила основой компьютерного моделирования в течение последующих тридцати лет). В 1961 г. вышла книга Джея Форрестера «Индустриальная динамика» (Industrial Dynamics), ставшая классическим трудом по системной динамике.

Со второй половины 1950-х и практически на всем протяжении 1960-х гг. системная динамика применялась в решении корпоративных и управленческих проблем. Однако в 1968 г. (во многом благодаря удачному стечению обстоятельств) ее методы были опробованы в управлении городом. Джон Коллинз (John Collins), бывший мэр Бостона, был назначен профессором Школы городского управления Массачусетского Технологического Университета (Urban Affairs at MIT), в котором уже преподавал Форрестер. Знакомство Форрестера и Коллинза вскоре переросло в сотрудничество и совместное исследование проблем городского развития, а также их решения на основе методов системной динамики.

Результатом сотрудничества стала вскоре вышедшая книга Форрестера *Urban Dynamics*[1] («Динамика города»). Модель социально-экономического развития города, представленная в книге, стала первым крупным приложением системно-динамического моделирования в некоммерческой сфере. До сих пор не утихают споры по поводу данной модели, а в то время книга буквально «взорвала» сознание аудитории, беспощадно раскритиковав большинство существовавших в то время методов социально-экономического развития города. Более того, предложенная Форрестером и Коллинзом модель обстоятельно доказывала, что во многом непопулярная политика и меры «наоборот» способны принести эффективный результат в долгосрочной перспективе. Например, одним из главных

[1] *Forrester J.* Urban Dynamics. MIT Press, 1969; Portland, OR: Productivity Press, 1969.

Katalevsky_1.indd 64 28.03.2011 16:10:15

выводов стала рекомендация прекратить строительство жилья для малоимущих (на эти программы из госбюджета выделялись большие средства). Было нетрудно проследить, что строительство недорогого жилья увеличивает поток мигрантов и в город, что в свою очередь приводит к росту низкоквалифицированной рабочей силы, увеличивая и без того высокую безработицу. Вместо этого предлагалось направить имеющиеся средства на поощрение развития бизнеса, который создаст новые рабочие места, сократит безработицу, повысит в целом уровень жизни в регионе. Первоначально встреченная шквалом критики со стороны большинства чиновников и политиков городского правления, позже модель была признана логически обоснованной и верной.

Вскоре после первого успешного приложения системной динамики последовало и второе, по масштабам исследования несопоставимое с предыдущими. В 1970 г. Джей Форрестер был приглашен Римским клубом (The Club of Rome) на ежегодное заседание его членов в швейцарском Берне. Римский клуб представлял собой организацию, члены которой стремились если не решить глобальные проблемы человечества, то, во всяком случае, оценить последствия неконтролируемой экспансии человека по освоению ресурсов планеты. Члены Римского клуба предприняли попытку разработать сценарии будущего развития человечества, основываясь на экспоненциальном росте населения Земли и принимая во внимание ограниченные ресурсы планеты. На встрече в Берне Джея Форрестера спросили, может ли системная динамика быть использована для разработки глобального сценария развития человечества. Конечно, Форрестер ответил утвердительно.

Сразу же по возвращении из Берна он создал предварительную модель мирового социально-экономического развития, получившую название WORLD1. Ко времени посещения Массачусетского Технологического Университета Римским клубом Форрестер совместно со своими коллегами по университету усовершенствовал модель, ставшую позже известной как WORLD2. Эта модель была опубликована вскоре в ставшей широко известной книге Форрестера «Мировая динамика» (World Dynamics).

С самого начала «Мировая динамика» привлекла внимание широких кругов общественности. Модель WORLD2 четко прослеживала взаимосвязь между такими ключевыми показателями развития, как мировое население, промышленное производство, загрязнение окружающей среды, ограниченность ресурсов, потенциальные запасы продовольствия и т.п. Со-

Katalevsky_1.indd 65 28.03.2011 16:10:15

гласно данной модели, в случае, если человечество не предпримет радикальные шаги по сокращению эксплуатации ресурсов планеты, двадцать первый век грозит обернуться неминуемой катастрофой. Модель также приводила расчеты оптимального варианта социально-экономического регулирования, позволяющего сохранить высокий уровень экономического благосостояния и в то же время обеспечить сбалансированное долгосрочное развитие.

Римский клуб, заинтересованный полученными результатами исследований, предложил спонсировать более глубокое исследование сценариев развития посредством системной динамики. Поскольку в то время Джей Форрестер решил сосредоточить свои основные усилия на углубленном исследовании по моделированию городского развития, он отказался участвовать в проекте. Однако вместо себя он порекомендовал своего бывшего аспиранта Дэнниса Медоуза (Dennis Meadows). Модель, созданная под руководством Медоуза, получила название WORLD3 и была опубликована в знаменитом докладе Римского клуба «Пределы роста» (The Limits to Growth). И хотя модель WORLD3 была более совершенной, чем предыдущая версия, данные, полученные в результате имитационного моделирования, повторяли выводы прошлых моделей. Несмотря на сходство, доклад «Пределы роста» получил еще бóльшую мировую известность, чем «Мировая динамика» Форрестера. По мнению некоторых исследователей, это было вызвано более доступным для массового читателя изложением материала и отсутствием акцента на технической стороне расчетов.

Наконец, в 1991 г. тремя авторами коллектива, работавшего над докладом «Пределы роста», была выпущена книга, озаглавленная «За пределами роста» (Beyond the Limits), в которую вошла доработанная модель глобального развития, подкрепленная значительным количеством статистической информации, собранной за это время.

С 80-х гг. прошлого века основные усилия Джея Форрестера были сосредоточены на двух областях — на разработке модели национального экономического развития США и на продвижении обучения системной динамике в средних школах. Что касается разработки модели национальной экономики (National Model Project), то, несмотря на более чем двадцатилетнюю историю, она и по сей день остается незавершенной. Хотя итог работы можно будет подвести еще не скоро, она дала положительный эффект, поскольку позволяет исследовать взаимосвязь между сотнями элементов экономической систе-

Katalevsky_1.indd 66 28.03.2011 16:10:15

мы и тысячи нелинейных и неочевидных процессов обратной связи (к настоящему времени упрощенная версия модели описывается более чем двумя тысячами уравнений).

Опубликованные предварительные результаты показывают, что модель уверенно воспроизводит 40–60-летнюю волну длинного цикла («волны Кондратьева»), тем самым не только объясняя экономическую депрессию в США 1930-х гг., но и показывая, что такого рода экономические спады являются неотъемлемым элементом капиталистической экономики. В настоящее время, согласно модели Форрестера, экономика США находится в начале длительного экономического подъема, постепенно выходя из кризиса, вызванного негативными последствиями волны длительного спада.

Вторым не менее важным направлением развития системной динамики стала разработка программы преподавания системной динамики для средней школы. Этот процесс начался в 1980-х гг., когда Гордон Браун (Gordon Brown), бывший наставник Форрестера в MIT, вышел на пенсию и поселился в городе Таксон, Аризона (Tucson). В конце 1980-х гг. Браун рассказал о принципах системной динамики учителям средних школ Таксона... и результаты превзошли все его ожидания. Принципы системной динамики начали с энтузиазмом преподаваться как в старших, так и в младших классах — по специально разработанной программе для каждого уровня обучения. Большое значение уделяется не только собственно технологии моделирования (построенной на основе дифференциально-интегрального исчисления), но и усвоению детьми принципа «системного мышления» — нелинейности и тесной взаимосвязанности процессов повседневной жизни, роли обратной связи в определении поведения социальных систем. Более того, сама школа активно использует принципы системной динамики для разработки плана собственного развития, превращаясь постепенно в настоящую «обучающуюся организацию».

Не случайно в свое время Джей Форрестер был так настойчив в реализации проекта «К 12» (преподавание системной динамики от детского сада до университетской скамьи). Ведь что может быть важнее, чем воспитать новое поколение людей, которые с детства будут лучше понимать механизм поведения социальных систем и которые смогут принимать более правильные и сбалансированные решения?

В настоящее время, несмотря на все еще сравнительно небольшой уровень распространения системной динамики в школах, все больше средних образовательных учебных заведений вводят преподавание системной динамики в старших классах.

Katalevsky_1.indd 67 28.03.2011 16:10:15

Существуют успешно функционирующие аналогичные проекты в странах Западной Европы (прежде всего в Германии и Австрии), проводятся конференции международного уровня для преподавателей этих дисциплин.

* * *

Увеличивающаяся сложность окружающего мира и вместе с тем постоянно возрастающие требования к качеству принятия управленческих решений обусловливают необходимость поиска и применения более тонких и глубоких инструментов анализа, в их числе один из наиболее интересных — системно-динамическое моделирование.

Современная сфера приложения системной динамики очень широка. Фактически, этот метод с успехом применяется для решения самых разных проблем практически в любой области — от проблем корпоративного управления и принятия управленческих решений до моделей в области социологии, экономики, физики, биологии и т.п.

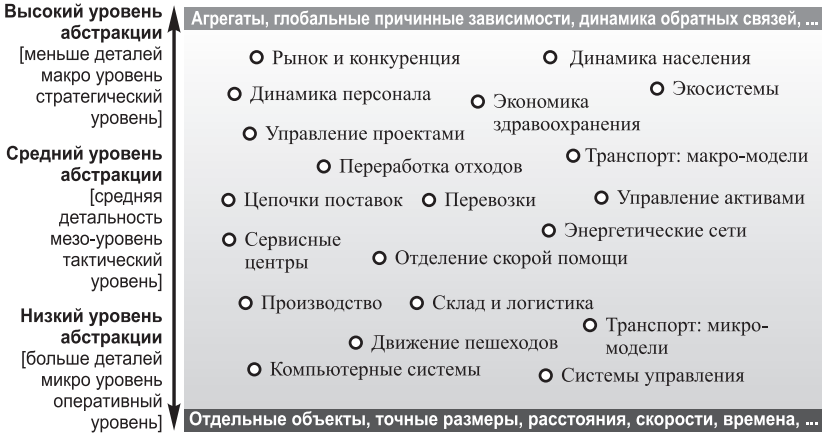
На рис. 1.12 приведена схема областей приложения имитационного моделирования, предложенная А. Борщевым[1], руководителем компании XJ Technologies (схема включает область приложения не только системной динамики, но и других видов моделирования — дискретно-событийного и агентного).

Существует множество успешных примеров применения системной динамики в самых различных областях — от описания отраслевой динамики в сфере авиаперевозок и нефтяной промышленности до моделирования распространения эпидемий СПИДа и социальных реформ в США и странах Западной Европы. В настоящее время среди распространенных и хорошо исследованных областей применения системной динамики можно выделить следующие:

- *разработка долговременной энергетической политики*: анализ рынков традиционной энергетики и перехода к нетрадиционным источникам энергии. Особую роль здесь сыграл повышенный интерес Министерства Энергетики США (US Department of Energy), которое уже несколько десятилетий активно использует принципы системно-динамического моделирования для прогнозирования и выработки оптимальной стратегии использования энергоресурсов;

[1] *Борщев А.* От системной динамики и традиционного имитационного моделирования — к практическим агентным моделям: причины, технологии, инструменты. http://www.xjtek.com

Katalevsky_1.indd 68 28.03.2011 16:10:15



Источник: XJ Technologies, www.xjtek.com

Рис. 1.12. Области приложения системной динамики и других видов имитационного моделирования

- *управление проектами*: системная динамика широко используется при разработке оптимального плана выполнения сложных проектов (строительство крупных объектов, разработка нового инновационного продукта и т.п.) — там, где необходима координация многих исполнителей и ресурсов. В основе применения системной динамики в данной области лежит выявление и анализ потенциальных сбоев в определении критического пути проекта, которые минимимизируются с помощью инструментария системной динамики;
- *здравоохранение*: классическими исследованиями стали модели распространения СПИДа и других заболеваний, исследования поведения систем здравоохранения в случае чрезвычайных ситуаций (поведение госпиталей при пиковых нагрузках), реформирование систем здравоохранения и т.д.;
- *охрана окружающей среды*: помимо уже упоминавшейся модели глобального развития человечества (WORLD2, WORLD3), разработанной при содействии Римского клуба, хорошо известна модель глобального изменения климата Тома Фиддамона (Tom Fiddaman), а также многочисленные исследования прогнозирования последствий загрязнения окружающей среды, моделирование ареалов распространения редких видов животных, причин их вымирания и т.п.;
- *государственное/некоммерческое управление*: среди огромного количества успешных исследований в этой области следует

Katalevsky_1.indd 69 28.03.2011 16:10:15

выделить моделирование системы общественного транспорта, модель распространения наркотиков и борьбы с наркотрафиком[1], моделирование социально-экономического развития города и региона[2], исследования по прогнозированию последствий динамики старения населения, реформирование различных государственных структур и т.п.;

- *управленческий консалтинг*: здесь применение системной динамики самое широкое — от моделирования поведения организаций во время роста на рынке и связанных с этим проблем (преодоление «барьеров роста») до стратегического менеджмента, принятия оптимальных управленческих решений, управления логистикой и моделирования цепи поставщиков (supply chain), оптимизации структуры организации, управления знаниями и трансформации компании в «обучающуюся организацию», а также многое другое. Потенциал системной динамики здесь огромен, а современные коммуникационные технологии позволяют эффективно обмениваться знаниями и опытом с коллегами во всем мире, создавая гибкие международные исследовательские сети.

Помимо прикладного характера (моделирование сложных систем и анализ управленческих процессов как в бизнес-среде, так и в сфере общественного сектора), *системная динамика позволяет вывести процесс управленческого обучения на качественно новый уровень.*

Для того, чтобы эффективно извлекать уроки из прошлого опыта, не рискуя при этом благополучием собственной организации, управленцы могут опробовать разные стратегии ведения бизнеса на примере так называемых *имитационных игр* — бизнес-симуляторов или «микромиров» (microworlds). Целесообразно остановиться на возможностях имитационных игр несколько подробнее.

Традиционно принятие решений активно исследуется в рамках экспериментов когнитивной или социальной психологии, поведенческой экономики и т.п. Данный подход имеет определенные ограничения при попытках исследования принятия решений в сложной и быстроизменяющейся среде. Как уже упоминалось в первом разделе настоящей главы, с раз-

[1] *Homer J.B.* A system dynamics model for cocaine prevalence estimation and trend projection // Journal of Drug Issues. 1993. 23 (2).

[2] *Лычкина Н.Н.* Системы принятия решений в задачах социально-экономического развития регионов // Компьюлог. 1999. № 2(32). С. 11–18.

Katalevsky_1.indd 70 28.03.2011 16:10:15

витием компьютерных технологий у исследователей появилась возможность создавать более сложные эксперименты, в основе которых лежат системно-динамические модели с двумя и более контурами обратной связи. Такого рода имитационные игры получили название «микромиры» (microworlds).

Концепция «микромира» была впервые представлена в трудах С. Паперта[1]. Идея микромира как своеобразного пилотного тренажера для менеджеров была популяризирована Питером Сенге в книге «Пятая дисциплина». Согласно П. Сенге, обучение наиболее эффективно в случаях, когда люди учатся на собственном опыте («*обучение действием*»). Однако в этом случае мы сталкиваемся с очевидной проблемой: обучение действием в реальном мире эффективно только в случае возможности получения быстрой и понятной обратной связи. В реальности же между действием (например, управленческим вмешательством) и результатом могут пройти недели, месяцы и даже годы (например, в случае принятия стратегически важных решений). В этом случае издержки *обучения действием* будут высокими, а ошибки в такого рода обучении могут обойтись неоправданно дорого. В этом случае имитационные тренажеры в виде микромиров по сути представляют собой недорогой (как в смысле затрат по времени, так и по финансам) и эффективный инструмент обучения.

Микромиры — своеобразный «мост» между лабораторными и полевыми исследованиями. С одной стороны, микромиры позволяют создавать реалистичный прообраз реальности, сохраняя такие важные качества, как динамика изменений, сложность и неочевидность взаимосвязей между элементами системы. С другой стороны, микромиры являются все же упрощенными системами, которые позволяют участнику имитационного эксперимента получить определенное понимание взаимосвязей элементов системы и степени их взаимовлияния. Микромиры позволяют за несколько часов промоделировать ситуации протяженностью в несколько месяцев, лет или десятилетий, что позволяет оценить долгосрочные последствия принятия решений и вероятные побочные эффекты. Таким образом, «микромир» представляет собой имитационный тренажер, «интеллектуальный полигон», на котором участник эксперимента может тестировать различные решения в поисках оптимального результата.

[1] *Papert S.* Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. New York: Basic Books, 1980.

Katalevsky_1.indd 71 28.03.2011 16:10:15

В основе каждого микромира обычно лежит системно-динамическая модель, которая учитывает нелинейные взаимосвязи между переменными системы, вероятные побочные эффекты, запаздывание, конфликтующие между собой цели и/или необходимость компромиссов при распределении ограниченных ресурсов. Принятие решений во многих микромирах также ограничено во времени, что соответствует реальности и требует от участников, помимо развитых навыков системного мышления и целостного подхода к анализу ситуации, стрессоустойчивости и умения мыслить и действовать быстро. Таким образом, участник эксперимента попадает в типичную управленческую ситуацию. В ряде микромиров присутствует также элемент случайности/событийности, который добавляет в модель реалистичности.

Микромиры представляют собой своеобразную «лабораторию обучения», где моделируется реальная ситуация из области бизнеса или государственного управления: участники эксперимента могут применить свои навыки принятия решений к моделируемой ситуации. Имитационные игры на базе системно-динамических моделей позволяют развивать навыки по артикуляции гипотез и осмыслению последствий принимаемых действий, подтверждающих или опровергающих данные гипотезы, — те задачи, в выполнении которых, как уже отмечалось выше, традиционный подход все еще далек от совершенства.

Положительным моментом использования микромиров в процессе обучения является развитие навыков системного мышления, более глубокое понимание сложных явлений, улучшенные способности к обучению. Немаловажной особенностью микромиров является возможность экспериментального подхода к обучению, позволяющего проверить за время эксперимента разнообразные сценарии действий и провести анализ «что, если?».

Специалистами по системной динамике было разработано множество имитационных игр, и среди них такие известные, как, например, разработанный Дэннисом Медоузом «Fish Bank, Ltd.», иллюстрирующий архетип трагедии общности (в российской версии, адаптированной профессором Д.Н. Кавтарадзе, известна как «Рыболовство»), Stratagem/Стратагема (системная экономическая модель развития государства на протяжении 50 лет, в российской практике преподавания с успехом доработанная М.М. Крюковым), Beer Game (логистика) и другие. Несколько известных микромиров разработал Ким Уоррен, профессор Лондонской школы бизнеса: среди них симулятор

Katalevsky_1.indd 72 28.03.2011 16:10:15

управления авиакомпанией LoFare Simulator, имитационная игра по управлению сетью ресторанов Beefeater, имитационная игра по управлению консалтинговой компанией Professional Services Microworld.

Подход к обучению с применением микромиров в настоящее время с успехом опробован в ряде ведущих западных бизнес-школ, таких как Гарвардский университет, Слоановская школа менеджмента (Sloan School of Management) при Массачусетском Технологическом Институте, Принстонский университет, в программах MBA London Business School, INSEAD и многих других. Имитационные игры очень популярны у студентов и слушателей программ MBA, поскольку позволяют *на практике применить* полученные *знания*, пусть и в виртуальной ситуации имитационной игры[1].

Активно развивается практика имитационных игр в российской системе образования. Основы исследований по теории и практике имитационных игр можно проследить в работах Д.Н. Кавтарадзе[2], М.М. Крюкова[3] и других. Существуют и отечественные разработки по имитационным играм, по качеству и глубине проработки управленческой ситуации не только не уступающие зарубежным аналогам, но и превосходящие их. Так, среди российских имитационных тренажеров следует особо отметить «Econet ABC»[4], имитационную игру М.М. Крюкова «Перспектива» (усовершенствованная версия игры Д. Медоуза «Стратагема»), экологическую имитационную игру CoMPAS[5]. И хотя в российской образовательной практике имитационные игры пока еще остаются редкостью, имеются успешные примеры применения имитационных игр на ряде факультетов МГУ имени М.В. Ломоносова — на факультете государственного управления, на экономическом и биологическом факультетах — причем на некоторых из них практика проведения имитационных игр в контексте экономического и экологического образования насчитывает вот уже более двух десятков (!) лет.

---

[1] *Romme G.* Microworlds for Management Education and Learning. Tilburg University, February 2002.

[2] *Кавтарадзе Д.Н.* Обучение и игра. Введение в активные методы обучения. М.: Просвещение, 2009.

[3] *Крюков М.М.* Эколого-экономическое имитационное моделирование: методический аспект. М.: ТЕИС, 2006.

[4] *Кавтарадзе Д.Н., Букварева Е.Н., Сидоренко В.Н.* Эконет АВС. М.: ЧеРо, 2005.

[5] Имитационная игра CoMPAS. http://www.biodiversity.ru/coastlearn/game-rus/index.html

Katalevsky_1.indd 73 28.03.2011 16:10:15

Имитационные игры обладают *огромным обучающим потенциалом*, позволяя участникам в режиме реального времени апробировать разные подходы к стратегическому управлению, отслеживать полученный эффект и совершенствовать собственные ментальные модели. По нашему мнению, в образовании, особенно в области управленческого обучения, имитационные игры будут приобретать все более значительную роль в процессе обучения, позволяя не только получать знания, но и развивать *навыки принятия решений*.

В Главе 5 приводится пример имитационной игры «Евросвязь», разработанной автором в рамках чтения курса по управлению сложными системами и основам имитационного моделирования.

* * *

Системная динамика представляет собой один из самых эффективных и универсальных методов системного анализа окружающего мира, с практически неограниченными возможностями применения в сфере бизнеса и государственного управлении — особенно там, где требуется принятие управленческого решения в условиях высокой неопределенности и повышенной сложности.

В следующих главах будут подробно рассмотрены различные аспекты системно-динамического моделирования и их практические приложения:

- причинно-следственные диаграммы;
- имитационные модели на основе системной динамики;
- комбинированные имитационные модели на основе системной динамики и агентного моделирования.

Контрольные вопросы и задания

- *Системная динамика*: *история появления, работы Дж. Форрестера.*
- *Современные области приложения системной динамики.*
- *Имитационные игры и их роль в подготовке специалистов по управлению.*

Katalevsky_1.indd 74 28.03.2011 16:10:15

Глава 2

ОСНОВЫ СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ: ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ ДИАГРАММЫ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Перед тем как непосредственно перейти к основам качественного и количественного системно-динамического анализа, дадим определение таким основополагающим понятиям, как «система», «имитационное моделирование» и «модель».

В Современном толковом словаре русского языка Т.Ф. Ефремовой слово «система» определяется следующим образом:

система [система] ж. 1) Структура, представляющая собою единство закономерно расположенных и функционирующих частей. 2) Определенный порядок в расположении, связи и действии составляющих что-л. частей...[1]

Для наших целей воспользуемся определением «системы», приведенным в учебном пособии В.Н. Сидоренко «Системная динамика» (1998): «Под *системой* будем понимать множество взаимосвязанных элементов... под элементами системы понимается неразложимый компонент сложных объектов, явлений, процессов, то есть неделимая часть системы. При этом можно выделить четыре признака системы:

1) целостность системы, то есть принципиальная несводимость свойств системы к сумме свойств составляющих ее элементов и ее относительную независимость от других аналогичных систем;

2) наличие цели у системы и критерия исследования множества ее элементов;

3) наличие внешней среды, то есть более крупной и внешней по отношению к данной системе;

4) возможность выделения подсистем»[2].

Согласно Роберту Шэннону, одному из основоположников имитационного моделирования, под *имитационным моделированием* понимается «*процесс конструирования модели реальной системы и постановки экспериментов на этой модели с целью*

---

[1] *Ефремова Т.Ф.* Современный толковый словарь русского языка. М.: АСТ; Минск: Харвест, 2006.

[2] *Сидоренко В.Н.* Системная динамика. М.: ТЕИС, 1998.

Katalevsky_1.indd 75 28.03.2011 16:10:15

либо понять поведение системы, либо оценить различные стратегии, обеспечивающие функционирование данной системы»[1].

Как отмечает Ю.Г. Карпов, «современная парадигма научного исследования состоит в том, что реальные объекты заменяются их упрощенными представлениями, абстракциями, выбираемыми таким образом, чтобы в них была отражена суть явления, те свойства исходных объектов, которые существенны для решения поставленной проблемы»[2].

В процессе моделирования происходит построение *модели* и ее анализ. Модель — это «упрощенный аналог реального объекта или явления, представляющий законы поведения уходящих в объект частей и их связи»[3]. Модели можно классифицировать как *аналитические* и *имитационные*. В рамках аналитического моделирования исследователь описывает системы при помощи математического аппарата (например, при помощи алгебраических, интегральных, дифференциальных уравнений). Имитационное моделирование предполагает попытку воссоздания моделируемой системы посредством компьютерной программы, отражающей структуру и поведение системы во времени.

Согласно Ю.Г. Карпову, имитационное моделирование имеет преимущество перед аналитическим моделированием, когда:

1) отношения между переменными в модели нелинейны и поэтому аналитические модели трудно или невозможно построить;

2) модель содержит стохастические компоненты;

3) для понимания поведения системы требуется визуализация динамики происходящих в ней процессов;

4) модель содержит множество взаимодействующих компонентов, функционирующих параллельно[4].

2.1. Причинно-следственные диаграммы как инструмент качественного анализа сложных систем[5]

Согласно системной динамике, социальные системы состоят из множества переменных, взаимодействующих друг с другом посредством петель обратной связи, которые в свою очередь

---

[1] *Шэннон Р.* Имитационное моделирование систем — искусство и наука. М.: Мир, 1978.

[2] *Карпов Ю.Г.* Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Anylogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2009.

[3] *Карпов Ю.Г.* Там же. С. 13.

[4] Там же. С. 25.

[5] Некоторые иллюстрации к данной главе взяты из: *Richardson G.* System Thinking: An Important Tool for Planning and Policy Development. Presentation at University at Albany (SUNY).

Katalevsky_1.indd 76 28.03.2011 16:10:15

могут взаимодействовать и между собой. Система определяется границами, внутри которых заключаются все важные взаимодействующие элементы. Внутри системы определяются все петли положительной и отрицательной обратной связи. Для всех петель и взаимодействий между ними описываются количественные и качественные характеристики. В системе также определяются «точки приложения», в которых можно вмешаться в процессы и изменить поведение системы.

Методология системной динамики включает *качественную* и *количественную* стадии. На качественной стадии исследователь описывает модель и определяет характеристики взаимодействий. На количественной стадии, в ходе компьютерной симуляции, исследователь определяет, насколько верна его модель, и тестирует свои гипотезы о поведении системы.

В системной динамике используются четыре основных метода:

- причинно-следственные диаграммы (диаграммы каузальных петель обратной связи — causal-loops diagrams);
- системные архетипы (system archetypes);
- имитационное моделирование (simulation);
- имитационные игры-тренажеры (microworlds) — программы для обучения основам принятия решений в определенной управленческой ситуации.

На основе диаграммы обратной связи возможно построение имитационной компьютерной модели (компьютерной имитации) процессов, происходящих в системе. Некоторые последователи системной динамики видят именно в компьютерном моделировании суть прикладного значения этой теории. Компьютерная модель — это «тренировочная площадка», так как только экспериментируя с моделью человек может приобрести реальный опыт системного и холистического мышления. Таким образом, системная динамика особо подчеркивает *обучающий характер* взаимодействий в виде петель обратной связи. Создаваемая динамичная модель организации может служить своеобразным «пилотным тренажером». Без опасных экспериментов с реальной организацией менеджеры могут тренироваться и обучаться с помощью специальных программ, симулирующих бизнес-процессы организации.

Однако ряд исследователей отмечает прикладную ценность именно качественного анализа системной динамики — разработку причинно-следственных диаграмм[1]. Причинно-след-

[1] *Wolstenholme E.F.* Qualitative vs. quantitative modelling: the evolving balance // Journal of the Operational Research Society. 1999. № 50.

Katalevsky_1.indd 77 28.03.2011 16:10:15

ственные диаграммы просты в применении, не требуют значительной подготовки и особых навыков моделирования, как, например, количественные аспекты системной динамики, когда создаются сложные компьютерные модели социальных систем из нескольких десятков, сотен и даже тысяч влияющих друг на друга элементов. Важная роль причинно-следственных диаграмм заключается в их способности наглядно и ярко представить механизм появления/развития проблемы, а также наметить варианты перспективных путей ее решения.

В настоящей главе будет подробно исследована методология *качественного* аспекта системно-динамического анализа — построения *причинно-следственных диаграмм*. Динамика поведения сложных систем в принципе описывается взаимодействием всего двух типов обратной связи — самовоспроизводящейся (reinforcing) и балансирующей (balancing), т.е. самокорректирующейся. Причинно-следственные диаграммы представляют собой эффективный инструмент для объяснения структуры сложных систем. Причинно-следственные диаграммы состоят из переменных и связей между ними с определенной полярностью (положительной или отрицательной). Связи между переменными изображаются стрелками. Например, потребительский спрос на товар зависит от нескольких переменных, как представлено на рис. 2.1.

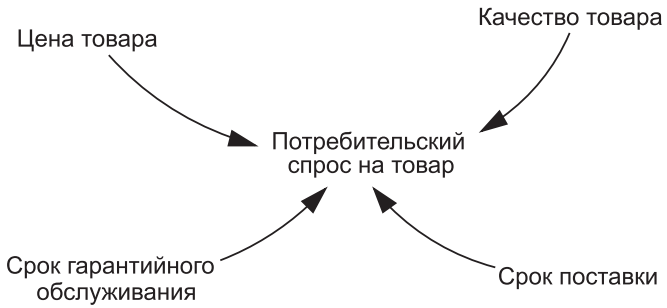


Рис. 2.1. Зависимость потребительского спроса на товар

Причинно-следственная диаграмма будет неясной для понимания, если не расставить полярность связей (положительную или отрицательную) между переменными.

Правило определения полярности связей представлено ниже:

- Положительный контур обратной связи часто определяется так, что «*начальное изменение любой переменной* (*в контуре*), *в конечном счете, стимулирует далее самоизменение в первона-*

Katalevsky_1.indd 78 28.03.2011 16:10:15

чальном направлении». То есть, упрощенно: «чем больше — тем больше», «чем меньше — тем меньше».

- Для отрицательного контура обратной связи действует следующее классическое определение: «*если отклик контура обратной связи на переменное изменение выступает против первоначального возмущения, то контур является отрицательным, или целенаправленным*»[1]. Определение отрицательного контура обычно интерпретируется следующим образом: «изменение одного элемента (контура обратной связи) распространяется по кругу, пока не вернется, чтобы изменить тот же элемент в направлении, противоположном начальному изменению»[2]. То есть, упрощенно: «чем больше — тем меньше», и наоборот.

Применяя правило расстановки полярности, мы, соответственно, получаем следующую структуру системы: чем больше цена товара, тем меньше спрос на него (−); чем выше срок гарантийного обслуживания товара, тем выше спрос (+); чем выше качество, тем выше спрос (+); наконец, чем длиннее срок поставки, тем меньше спрос на товар, — следовательно, связь обратная (−).

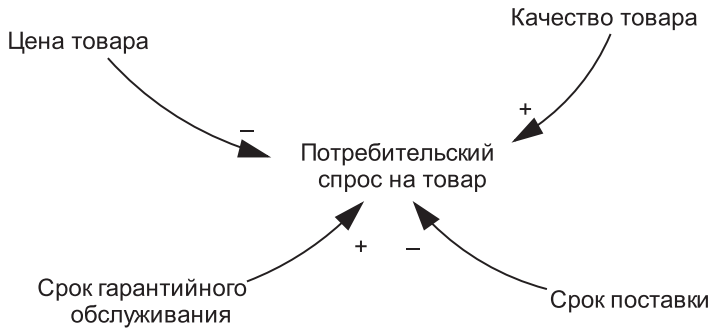


Рис. 2.2. Зависимость потребительского спроса на товар (указана полярность)

Аналогично расставляется полярность связей на рис. 2.3. Как уже отмечалось, для положительной полярности характерно изменение зависимой переменной *в том же направлении*, что и независимой. Соответственно, если независимая переменная уменьшается, то и зависимая будет уменьшаться, — т.е. в примере 2.3 верны два утверждения:

---

[1] *Сидоренко В.Н.* Системная динамика.

[2] *Медоуз Д.Х.*, *Медоуз Д.Л.*, *Рендерс Й.*, *Беренс В.В.* Пределы роста / Пер. А.С. Саркисова. М.: МГУ, 1991.

Katalevsky_1.indd 79 28.03.2011 16:10:15

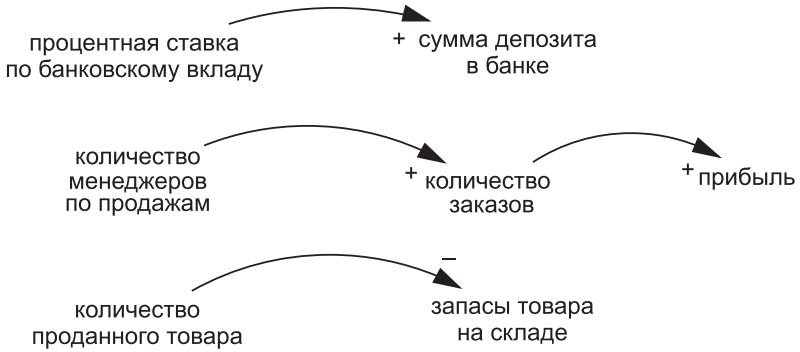


Рис. 2.3. Пример правильной расстановки полярности

1. При увеличении количества менеджеров по продажам растет количество заказов (продаж) организации, что приводит к росту ее прибыли;

2. При уменьшении количества менеджеров по продажам падает количество размещенных заказов на продукцию компании, что снижает ее прибыль.

Оба случая — примеры положительной связи между переменными. На рис. 2.4 приведены дополнительные примеры расстановки знаков полярности:

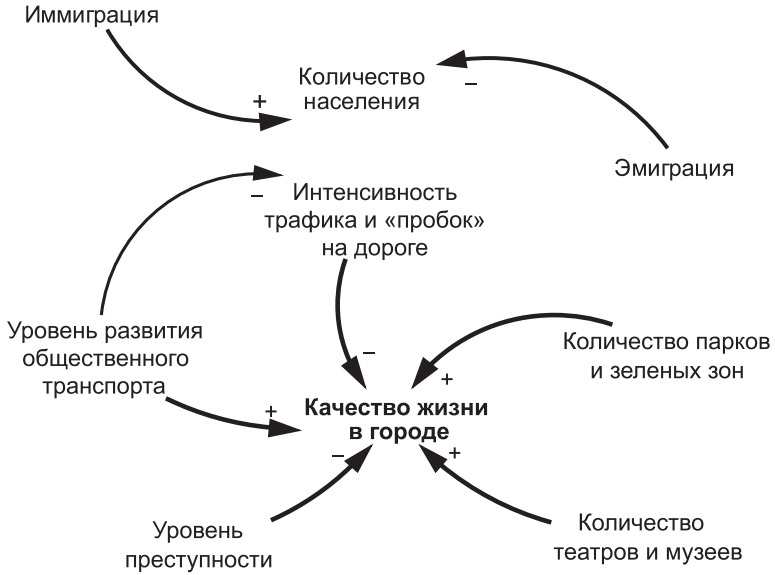


Рис. 2.4. Примеры расстановки полярности между переменными причинно-следственной диаграммы

Katalevsky_1.indd 80 28.03.2011 16:10:16

Таблица 2.1

Позитивные и негативные петли обратной связи

Позитивные петли обратной связи (*R, Reinforcing Loops*)	**Негативные петли обратной связи (*B, Balancing Loops*)**
• самовоспроизводящиеся • вызывающие рост • дестабилизирующие систему • ускоряющие систему • четное количество «минусов» в петле	• противодействующие росту • целенаправленное поведение • стабилизирующие систему • возвращающие систему к балансу • нечетное количество «минусов» в петле

Для простоты при создании причинно-следственных диаграмм исходят из количества отрицательных связей в петле. Так, *положительный* контур обратной связи представляется как контур, *имеющий четное число отрицательных причинно-следственных связей*, а *отрицательный* контур — как контур с *нечетным числом отрицательных причинно-следственных связей*.

Согласно классическому определению, *положительный контур обратной связи* часто определяется так, что «начальное изменение любой переменной (в контуре), в конечном счете, стимулирует далее самоизменение в первоначальном направлении»[1]. При этом контур положительной обратной связи часто называют «порочным кругом», примером которого может служить самовоспроизводящаяся спираль роста банковского депозита.

На рис. 2.5 (а) представлена характерная диаграмма позитивной петли обратной связи — модель банковского вклада. Депозит на банковском счете взаимодействует со ставкой процента по депозиту, увеличивая процентный платеж по депозиту. Отметим, что ставка процента по депозиту в данном примере является константой — неизменяющейся величиной, задаваемой внешним фактором (например, политикой банка по привлечению вкладов от населения). Чем больше изначальный депозит на счете, тем больше процентный платеж по депозиту за определенный период времени (например, за год). В свою очередь, процентный платеж увеличивает депозит, и цикл снова повторяется — круг замыкается. Значок снежного

[1] *Сидоренко В.Н.* Системная динамика. М.: ТЕИС, 1998.

Katalevsky_1.indd 81 28.03.2011 16:10:16

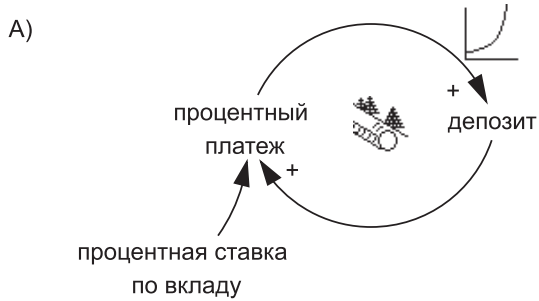


Рис. 2.5. Примеры положительных петель обратной связи

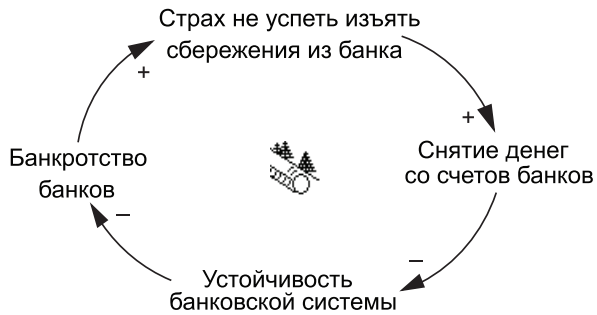


Рис. 2.6. Механизм паники на бирже

кома на диаграмме показывает, что это позитивная петля обратной связи: ком растет. Динамика изменения депозита представляет собой экспоненциальный рост.

Другим наглядным примером самовоспроизводящейся обратной связи является механизм паники на бирже, диаграмма которого представлена на рис. 2.6.

Рисунок 2.6 показывает развитие механизма паники на рынке, характерный, например, для Великой депрессии 1920–

Katalevsky_1.indd 82 28.03.2011 16:10:16

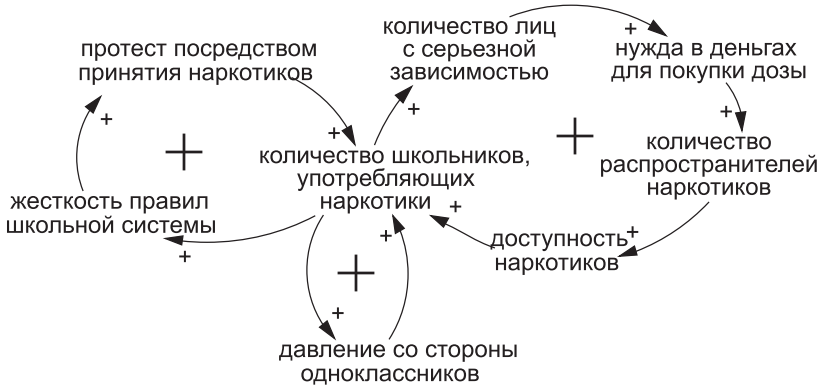


Рис. 2.7. Механизм распространения наркотиков в школах

1930-х гг. в США. Тогда типичной картиной были толпы людей, с раннего утра дежуривших у дверей банка, чтобы снять свои сбережения. Как видно из диаграммы, с ростом банкротства банков усиливается страх вкладчиков, что они не успеют снять деньги со счета. Это побуждает все больше и больше людей снимать деньги. Под давлением наплыва вкладчиков, желающих закрыть счета и изъять наличность, устойчивость банков снижается, что приводит к дальнейшему росту числа разорившихся банков, тем самым вызывая новую волну паники.

На рис. 2.7 изображена упрощенная причинно-следственная диаграмма механизма распространения наркотиков в школе. Считается, что за это ответственны три петли позитивной обратной связи: когда принимающие наркотики школьники становятся серьезно зависимыми, это вынуждает их становится дилерами, чтобы хоть как-то заработать на дозу; употребление наркотиков вследствие пробы под давлением одноклассников и друзей; употребление наркотиков как следствие протеста против жесткости школьной системы или проблем в коллективе — так называемый «уход в себя».

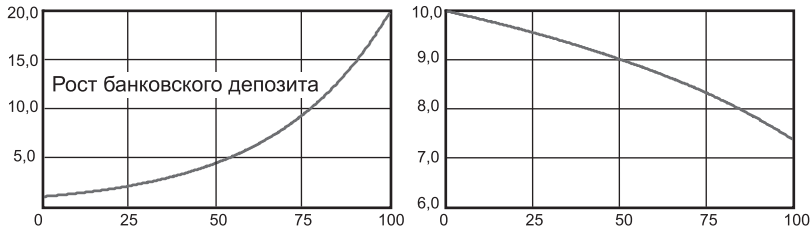


Рис. 2.8. Поведение систем с позитивными петлями обратной связи

Katalevsky_1.indd 83 28.03.2011 16:10:16

Типичные примеры отображения поведения систем с положительными петлями обратной связи представлены на рис. 2.8.

Для отрицательного контура обратной связи действует следующее классическое определение: «*Если отклик контура обратной связи на переменное изменение выступает против первоначального возмущения, то контур является отрицательным, или целенаправленным*»[1]. Определение отрицательного контура обычно интерпретируется таким образом, что «изменение одного элемента (контура обратной связи) распространяется по кругу, пока не вернется, чтобы изменить тот же элемент в направлении, противоположном начальному изменению». Несмотря на некоторую первоначальную сложность восприятия балансирующей обратной связи, идея довольно проста — балансирующие петли стремятся вернуть систему в равновесное состояние, сдерживая ее рост. Балансирующая система ориентирована на достижение определенной цели. Поэтому ее изображают как экспоненциально убывающую кривую или же кривую, растущую до достижения определенной цели, что легко пояснить на примере.

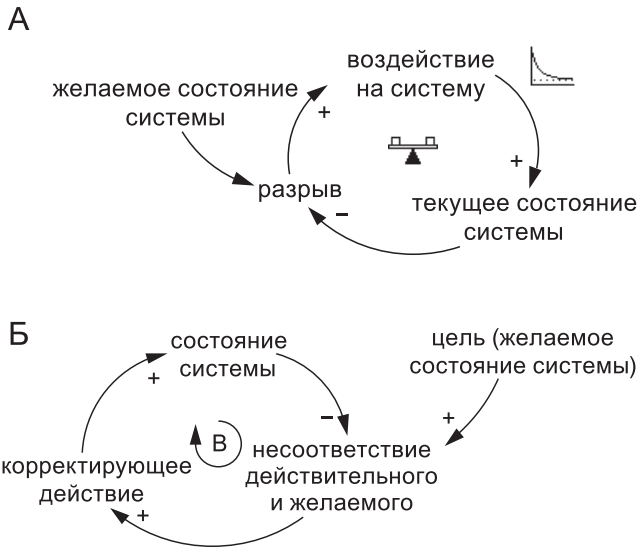


Рис. 2.9. Обобщенная структура балансирующих петель обратной связи

Значок весов в центре диаграммы (А) рис. 2.9 указывает на то, что эта причинно-следственная диаграмма является балансирующей (негативной петлей обратной связи).

[1] *Сидоренко В.Н.* Системная динамика.

Katalevsky_1.indd 84 28.03.2011 16:10:16

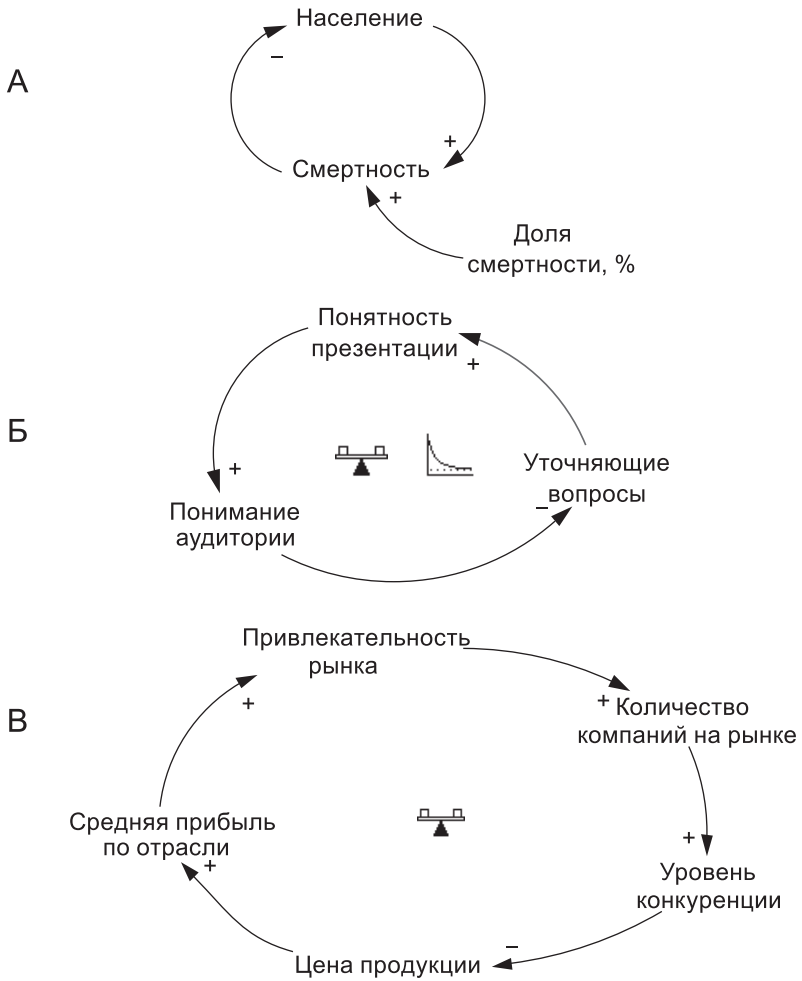


Рис. 2.10. Примеры балансирующих петель обратной связи

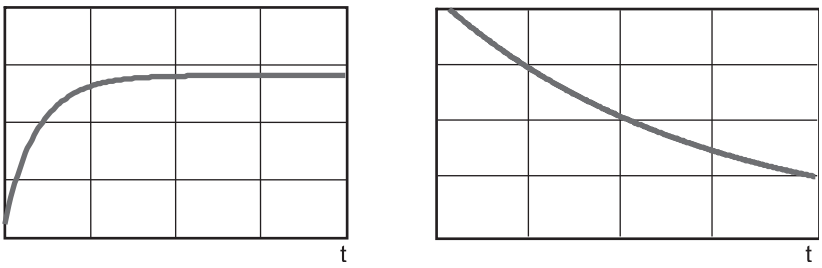


Рис. 2.11. Поведение систем с балансирующими петлями обратной связи

Katalevsky_1.indd 85 28.03.2011 16:10:16

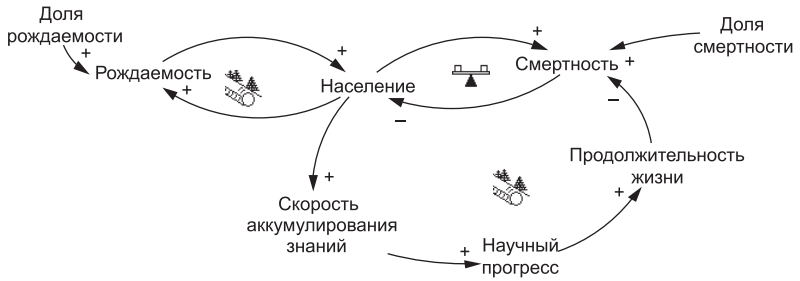


Рис. 2.12. Пример причинно-следственной диаграммы с положительными и отрицательными петлями обратной связи

Примеры отображения *поведения системы* с балансирующими петлями обратной связи представлены ниже.

Совокупность положительных (самовоспроизводящихся) и негативных (балансирующих) петель обратной связи определяет поведение системы в целом.

Осцилляция представляет собой разновидность системы, в основе которой лежат балансирующие петли обратной связи *с эффектом запаздывания* (*в англоязычной литературе используется термин* «*delay*»). Эффект запаздывания является источником формирования осцилляции в сложных социальных системах, таких как, например, рынки сырьевых товаров, промышленное производство определенных групп товаров, рынок недвижимости — так называемые цикличные рынки.

Механизм формирования осцилляции в общих чертах можно описать следующим образом: текущее состояние системы сравнивается с целями, после чего осуществляется определенное управленческое воздействие. Однако вследствие эффектов запаздывания корректирующее воздействие может быть избыточным, что приведет к значительному превышению искомого целевого уровня на краткосрочном горизонте. После этого предпринимается слишком сильное обратное корректирующее воздействие, которое приводит к «падению» показателей системы значительно ниже устойчивого уровня. Затем со временем снова происходит рост — т.е. система из одной крайности впадает в другую. Эффект запаздывания заставляет применять корректирующие действия даже после того, как цель достигнута, вынуждая систему чрезмерно приспосабливаться, тем самым вызывая новую коррекцию в обратном направлении.

Хорошим примером является поведение рынка недвижимости. В период роста рынка недвижимости многие девелоперские компании могут значительно переоценивать потенциальную емкость рынка. Зачастую основываясь на простой экстраполя-

Katalevsky_1.indd 86 28.03.2011 16:10:16

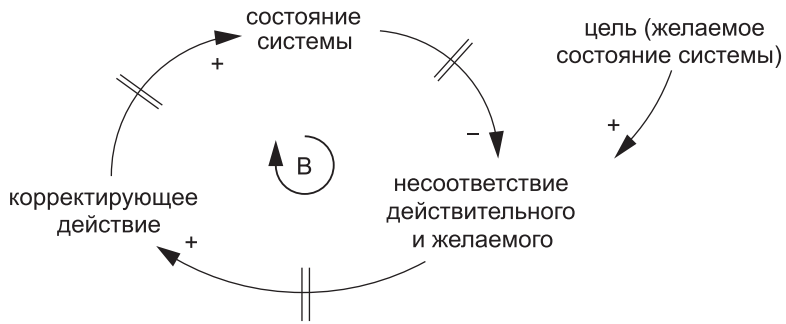


Рис. 2.13. Структура и поведение системы (осцилляция)

ции тренда за предыдущие несколько лет (рынку недвижимости свойственна сильная инерция), девелоперские компании могут прогнозировать нехватку недвижимости, например, в офисном секторе в течение ближайших нескольких лет (данное мнение обычно подкрепляется соответствующими отчетами аналитиков). Девелоперские компании инициируют проекты по недвижимости, которые в силу специфики отрасли обычно длятся от трех до пяти лет с момента начала работ по проектной документации и до окончания (сдачи здания в аренду).

Растянутость реализации проектов во времени и создает эффект запаздывания: в определенный момент рынок недвижимости достигает насыщения, спрос на аренду падает, а предложение продолжает поступать на рынок, так как ряд проектов находится в начале или середине строительства и по объективным причинам не может быть отменен (данная ситуа-

Katalevsky_1.indd 87 28.03.2011 16:10:16

ция, например, сложилась на рынке недвижимости Москвы в 2009–2010 гг.). Наступает обвал рынка, сопровождаемый резким падением спроса на недвижимость, снижением арендных ставок, остановкой многих девелоперских проектов и банкротством девелоперов. Могут пройти годы, прежде чем деловая активность снова восстановится и у бизнеса возникнет потребность в расширении офисных площадей. Возникший дефицит площадей вызовет новый виток повышения арендных ставок, подавая сигнал для девелоперов инициировать новые проекты. Пройдет несколько лет, пока новые объекты не будут построены и не начнут поступать на рынок. Поскольку в течение нескольких лет будет сохраняться определенный дефицит площадей (пока первые инициированные проекты не будут готовы и не поступят на рынок), это легко может ввести в заблуждение строительные компании, вызвав чрезмерный приток новых проектов, и описанный выше цикл повторится вновь. Эффекты запаздывания являются в значительной степени причиной цикличности рынка недвижимости.

Следует также отметить, что осцилляция характерна в значительной степени и для поведения товарных рынков — так называемых commodities markets — рынков нефти и газа, металлов, зерна, сахара и других. Подробнее поведение товарных рынков рассматривается в Кейсе № 5 во второй части данного пособия.

Контрольные вопросы и задания

- *Каковы основные принципы построения причинно-следственных диаграмм?*
- *Каким образом построены положительный и отрицательный контуры обратной связи? Как формируются соответствующие типы поведения систем? Приведите примеры.*

2.2. Типы нелинейного поведения сложных систем

Различные комбинации из положительной и балансирующей петель обратной связи лежат в основе нескольких более сложных типов поведения системы:

1) S-образный рост;
2) S-образный рост с превышением;
3) превышение и коллапс.

Охарактеризуем кратко каждый из них (в скобках даны устоявшиеся эквиваленты соответствующих англоязычных терминов).

Katalevsky_1.indd 88 28.03.2011 16:10:16

1) S-образный рост (S-shaped growth)

Как уже отмечалось в Главе 1 при описании диаграммы гонки вооружений, бесконечный рост невозможен, поскольку рано или поздно какие-либо сдерживающие факторы этому воспрепятствуют. *S-образный рост* — это *экспоненциальный рост, который постепенно замедляется при достижении системой равновесного состояния*.

Простой и наиболее распространенный пример дает биология, описывая поведение природных экосистем. В природных экосистемах существует понятие *предельной емкости окружающей среды* (в англоязычной литературе встречается термин «carrying capacity») — например, это может быть предельное количество особей определенной популяции, которые могут существовать в рамках данной системы. Данная концепция исходит из:

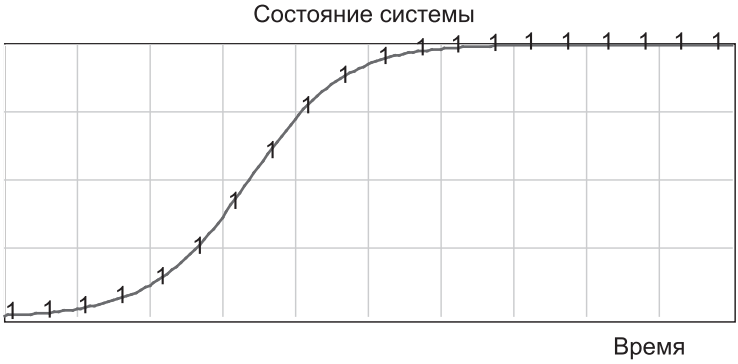
1) ресурсов, имеющихся в наличии в окружающей среде;
2) ресурсов, требуемых для развития популяции.

Например, на территории N существует определенная популяция (допустим, стадо оленей). Предположим также, что вследствие благоприятных условий последнего года и высокой урожайности ресурсов для пропитания популяции более чем достаточно. Соответственно, чем больше ресурсов в расчете на единицу популяции, тем быстрее растет популяция (будем считать, что ресурсообеспеченность влияет на долю прироста популяции, которая может колебаться, предположим, от 0 до 25% в зависимости от благоприятности условий окружающей среды — при засухе доля прироста снижается до 0, тогда как в наиболее благоприятный год популяция увеличивается на 25%).

Рост популяции оленей, вызванный высокой урожайностью последних лет, приводит к постепенному исчезновению ресурсов (травы). В определенный момент ресурсы на единицу популяции падают, что снижает долю прироста популяции до нуля (рождаемость просто возмещает смертность). Таким образом, система приходит в равновесие и стабилизируется.

Интересно, что человек может влиять на изменение предельно допустимой емкости среды сознательно и неосознанно: истощение ресурсов, влекущее снижение предельной вместимости экосистемы (истощение почв и снижение урожайности), и применение новых технологий, расширяющих возможности экосистемы (например, применение органических удобрений, значительно повышающих урожайность с единицы площади).

Katalevsky_1.indd 89 28.03.2011 16:10:17



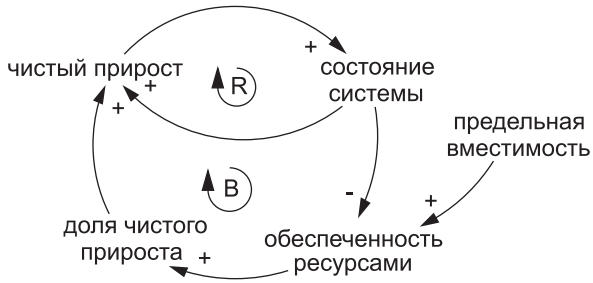


Рис. 2.14. Структура и поведение системы (S-образный рост)

Два условия поведения системы в виде S-образного роста:

- отсутствие эффекта запаздывания (иначе — см. следующий тип поведения системы);
- предельно допустимая и четко определенная емкость окружающей среды.

S-образный рост является очень распространенным явлением в повседневной практике управления — к примеру, вывод компанией на рынок новых торговых марок, насыщение рынка, диффузия инноваций, новых продуктов и технологий, динамика распространения эпидемий и т.п., — многие отрасли в своем развитии показывают S-образный рост. Более детально этот феномен исследуется в Главе 4 на примере модели диффузии инноваций Фрэнка Басса.

2) S-образный рост с превышением (S-shaped growth with overshoot)

Согласно мнению специалистов по системной динамике, в S-образной модели, по мере приближения состояния системы к насыщению, действие положительной обратной связи сме-

Katalevsky_1.indd 90 28.03.2011 16:10:17

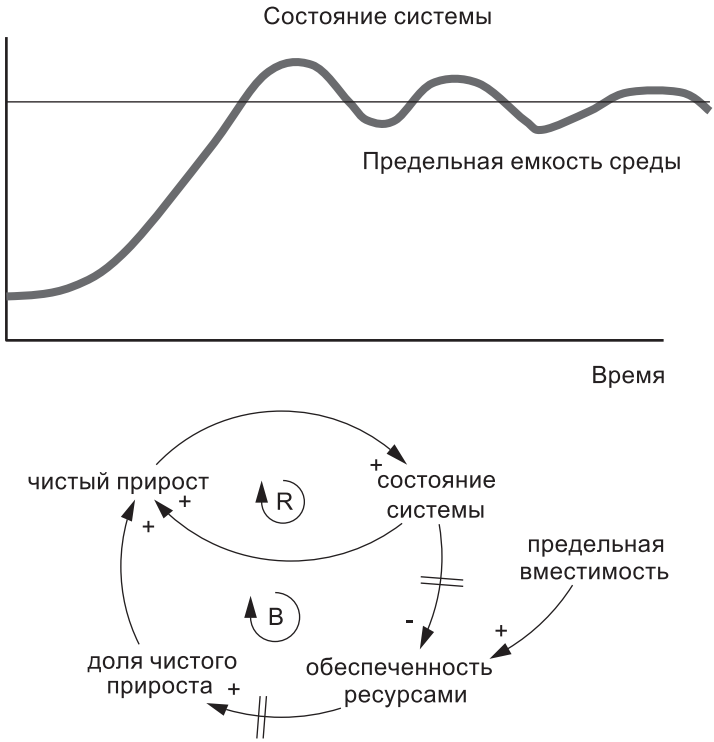


Рис. 2.15. Структура и поведение системы (S-образный рост с превышением)

няется балансирующей петлей, которая сдерживает и, в конечном счете, нейтрализует рост, вызванный самовоспроизводящейся петлей.

Однако при рассмотрении предыдущего типа поведения системы мы не учитывали эффект запаздывания. С учетом эффекта запаздывания система не сразу приходит в равновесие, а сначала превышает допустимый лимит, затем корректируется вновь, после чего небольшой (затухающий) рост происходит снова — и так далее. Система показывает небольшие затухающие колебания вокруг некоего устойчивого уровня (например, предельной емкости окружающей среды). Таким образом, S-образный рост с превышением представляет собой *комбинацию S-образного роста и осцилляции*.

3) Превышение и коллапс (overshoot and collapse)

При изучении S-образного роста мы основывались на допущении, что предельная емкость окружающей среды неиз-

Katalevsky_1.indd 91 28.03.2011 16:10:17

менна. А так ли это на самом деле? В определенных условиях, конечно, да. Например, при анализе динамики проникновения мобильной связи в России, демонстрирующей S-образный рост, ясно, что распространение мобильной связи ограничено количеством населения в регионе: поскольку население конечно, то и количество проданных sim-карт может расти лишь до определенного предела — до тех пор, пока, условно говоря, не будет куплен последний сотовый телефон. В этом случае мы допускаем, что предельно допустимая емкость рынка мобильных телефонов одинакова и более или менее стабильна (конечно, следует помнить, что один абонент может владеть двумя и более сим-картами, и делать на это поправку).

Однако в окружающем мире существуют системы, в которых предельная допустимая емкость среды может динамически изменяться: например, плодородие почв — слишком интенсивное ведение сельского хозяйства истощает почвы, и они не успевают восстановиться. Эрозия и деградация природной среды может иметь весьма печальные последствия для сбора

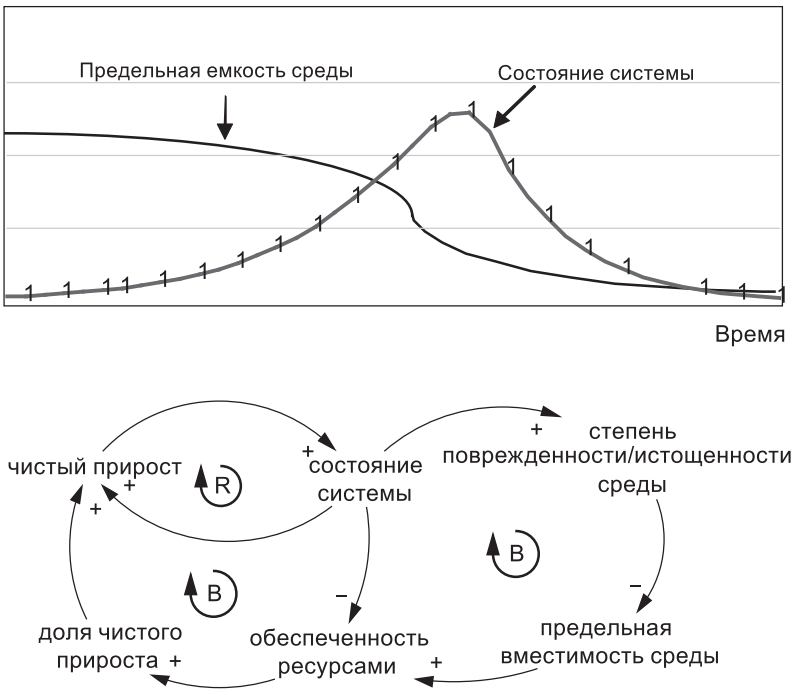


 Рис. 2.16. Структура и поведение системы (превышение и коллапс)

Katalevsky_1.indd 92 28.03.2011 16:10:17

урожая. В этом случае мы имеем дело с определенным типом поведения систем — *превышением и коллапсом*.

Согласно данному типу поведения системы, события до некоторого момента развиваются так же, как и в модели простого S-образного роста (продолжим анализ примера с популяцией оленей). Со временем наступаем момент, когда популяция достигнет пика. Достигшая максимума популяция быстро истощает среду, используя доступные ресурсы по максимуму. В результате этого происходит сильная деградация окружающей среды. Чем больше деградация, тем меньше возможность восстановления ресурсообеспеченности среды (т.е. количества ресурсов на единицу популяции), — предельно допустимая нагрузка, которую способна вынести среда, стремительно падает. При S-образном росте окружающая среда смогла бы сравнительно быстро восстановиться. Тем не менее в данном случае система не приходит в равновесие. Ресурсообеспеченность падает ниже и ниже, и в конце концов чистый прирост (популяции) становится даже не нулевым, а отрицательным: окружающая среда не может поддерживать существующую популяцию — последняя вынуждена сокращаться до уровня, когда окружающая среда сможет ее прокормить. Состояние системы начинает стремительно ухудшаться (популяция уменьшается). Если деградировавшая экосистема может восстановиться хоть как-то, то сокращение популяции в определенный момент остановится. Неудивительно, что численность популяции будет значительно меньшей той, что могла бы быть при условии сбалансированного роста. Если же деградировавшая среда не успевает восстановиться вовсе, то популяции грозит полное исчезновение.

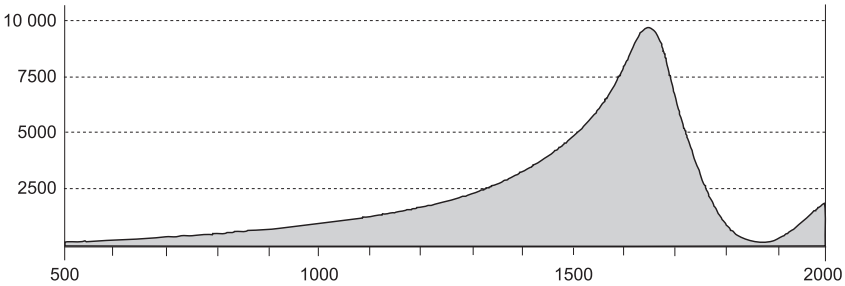


Рис. 2.17. Динамика населения острова Пасхи (вертикальная ось — количество человек, горизонтальная — шкала времени). http://www.mnforsustain.org

Katalevsky_1.indd 93 28.03.2011 16:10:17

История острова Пасхи

Остров Пасхи, площадью 160 кв. км, располагается на юго-востоке Тихого океана. Первое население острова было полинезийского происхождения, попало на остров предположительно в 400–690 гг. н. э. Население медленно росло примерно до 1100 человек, но затем стало резко возрастать, практически удваиваясь каждые сто лет вплоть до 1400 г. Исследования показали, что до появления первых поселенцев остров был густо покрыт лесом, а животный мир был разнообразен. С ростом населения на острове количество леса стало быстро уменьшаться. Крысы, пришедшие на остров вместе с людьми, поедали птиц и пальмы. К 1400 г. остров стал «лысым». Обезлесивание означало понижение возможности острова поддерживать существование людей. К тому же оно вызвало увеличение размывания почвы, так как обычно лес (корни деревьев) препятствует этому. Кроме того, отсутствие леса привело к нехватке воды и снизило количество осадков на острове — пересохли ручейки и источники пресной воды. Люди не могли ловить рыбу, так как лодки постепенно пришли в негодность, а новые построить было уже не из чего. В результате началось активное истребление птиц. Бóльшая часть птиц острова Пасхи исчезла. В настоящее время только один вид из более чем двадцати пяти живших когда-то гнездится на острове.

С падением экологической емкости окружающей среды острова (carrying capacity) уменьшился прирост населения. Пик пришелся на 1600 г. В то время на острове проживало от 6000 до 10 000 человек. К 1680 г. население значительно сократилось.

С 1600-х гг. на острове появляются первые копья и прочее оружие. Историки свидетельствуют о начале крупных войн, есть также подтверждения случаев каннибализма.

Когда в 1722 г. на острове высадились первые европейцы, они нашли малочисленное и вырождающееся население. Ученые считают, что к 1786 г. население острова составляло 2000 человек (т.е. сократилось в 3–5 раз!). К 1877 г. там осталось всего 110 человек. Резкую убыль вызвали эпидемии и набеги перуанцев, бравших в рабство жителей острова. К 1990-м население острова выросло до 2100 человек — в основном в связи с иммиграционной политикой Чили (этому государству в настоящее время принадлежит остров).

История острова Пасхи — лишь один из многих случаев, описанных учеными. Общая модель развития ситуации описывается следующим образом: рост населения — исчезновение леса — исчезновение птиц и животного мира — обеднение экосистемы — изменение климата — падение эффективности земледелия, сопровождающееся голодом и конфликтами среди населения острова.

Katalevsky_1.indd 94 28.03.2011 16:10:17

Поведение системы по типу *превышение и коллапс* встречается гораздо чаще, чем принято считать. Помимо многочисленных примеров из биологии и экологии, встречаются также примеры из управленческой практики — взять хотя бы стремительный взлет и последующий крах авиакомпании People Express в начале 1980-х гг. в США (существует даже кейс Гарвардской школы бизнеса, подробно анализирующий этот случай, а также соответствующая имитационная игра, созданная профессором Дж. Стерманом из MIT).

* * *

В следующей главе мы рассмотрим, каким образом системная динамика и причинно-следственные диаграммы могут быть использованы в управлении организацией, особенно при разработке стратегии организации. В Главе 3 мы также кратко остановимся на феномене *зависимости от предыдущей траектории развития* (известном в русскоязычной литературе как «зависимость от пути» или «эффект колеи») и понятии «блокировки системы» (system lock-in). На примерах будет показано, как обратная связь способствует возникновению данных явлений в экономике, каким образом и до какой степени данными явлениями можно управлять.

Контрольные вопросы и задания

- *Перечислите основные типы нелинейного поведения систем. Постройте обобщенную причинно-следственную диаграмму каждого типа поведения системы. Приведите примеры.*

📖 О применении причинно-следственных диаграмм в управлении и методологии их построения можно прочитать в следующих работах:

Сидоренко В.Н. Системная динамика. М.: ТЕИС, 1998.
Медоуз Д.Х., *Медоуз Д.Л.*, *Рендерс Й.*, *Беренс В.В.* Пределы роста / Пер. А.С. Саркисова. М.: МГУ, 1991.
Медоуз Д.Х. и др. За пределами роста. М.: Прогресс, 1994.
Сенге П. Пятая дисциплина: искусство и практика построения самообучающейся организации. М.: Олимп-Бизнес, 2003.

Глава 3

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИЕЙ: УПРАВЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТОВ ВОЗРАСТАЮЩЕЙ ОТДАЧИ

Можно ли управлять организацией на основе эффектов обратной связи? Следует ли их учитывать, например, при разработке долгосрочной стратегии компании? Каково место причинно-следственных диаграмм в инструментарии современного менеджера? Для того чтобы дать ответы на эти вопросы, следует начать с осмысления современных экономических реалий.

Многие исследователи современности сегодня отмечают переход многих стран мира к постиндустриальной экономике[1], которая радикально меняет подходы к стратегическому управлению организацией. Считается, что постиндустриальная хозяйственная система начала складываться примерно с середины 1970-х гг. Одним из ключевых отличий постиндустриальной экономики от индустриальной считается появление нового фактора производства — *знаний*, начинающих играть роль производственного ресурса. В научной литературе для характеристики постиндустриальной экономики используется также понятие «экономика знаний». Знания, рассматривающиеся многими исследователями в качестве *главного фактора производства* постиндустриальной экономики, представляют собой общественное благо, которое отличается от традиционных ресурсов прежде всего тем, что оно:

1) не убывает по мере использования,

2) существует вне пространства: может потребляться одновременно в разных местах различными субъектами,

3) не обладает редкостью: объем знаний возрастает, но их ценность от этого не снижается,

4) является зависимым от времени (эффект устаревания)[2].

Специфика знания как фактора производства приводит к тому, что в постиндустриальной экономике *существенно ме-*

---

[1] *Иноземцев В.Л.* Концепция постэкономического общества // Социологический журнал. 1997. № 4. С. 71–78.

[2] *Колядин А.П.* Структурные элементы человеческого капитала // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2006. Т. 4. № 2.

Katalevsky_1.indd 96 28.03.2011 16:10:18

няются правила и характер конкуренции: развитие информационных технологий облегчает выход на новые рынки, стремительно растет количество транснациональных компаний, непрерывно ускоряющиеся процессы глобализации усиливают взаимосвязь компаний с событиями, происходящими в отдаленных регионах и не связанными с ними напрямую (так называемый «эффект бабочки»), и т.д. Скорость изменений возрастает настолько, что достоверное прогнозирование будущего становится практически невозможным. На первый план выходит *способность организаций гибко адаптироваться к изменяющимся условиям деятельности.*

Однако помимо того, что происходит значительное обострение конкуренции, *изменяются и сами правила конкурентной борьбы.* Как показывают многочисленные исследования в области стратегического управления, победителем в конкурентной борьбе зачастую становится компания, первой вышедшая на рынок («эффект первопроходца»), либо компания, которой удалось на начальном этапе развития получить незначительное преимущество по сравнению со своими конкурентами и со временем значительно нарастить отрыв (принцип «победитель получает все»). Все больше появляется свидетельств замыкания рынка на продукцию, не обладающую наибольшей предельной полезностью для пользователей.

Например, заметен следующий парадокс: несмотря на значительное обострение конкуренции в последние двадцать лет, связанное с процессами глобализации, в ряде отраслей экономики знаний (в частности, в высокотехнологичных отраслях) наблюдается складывание монополий, наглядным примером которого может служить фактическая монополия компании Microsoft на рынке производства программного обеспечения. По мнению ряда исследователей, подобные парадоксы являются следствием того, что в экономике знаний вместо традиционного закона *убывающей отдачи* действует закон *возрастающей отдачи*: как отмечает Брайан Артур, «механизмы возрастающей и убывающей отдачи существуют параллельно во всех отраслях. Но... убывающая отдача имеет силу в традиционном секторе экономики — в обрабатывающей промышленности. Возрастающая же отдача правит бал в ее новейшем секторе — в отраслях, основанных на знании»[1].

[1] *Артур Б.* Возрастающая отдача и два мира бизнеса // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2005. Т. 3. № 4. С. 7.

Katalevsky_1.indd 97 28.03.2011 16:10:18

3.1. Возрастающая отдача в экономике

В настоящее время в экономической науке большую популярность получила так называемая «концепция возрастающей отдачи» (concept of increasing returns), которая позволила по-новому взглянуть на стратегию развития компаний в высоко конкурентной среде. Согласно закону убывающей отдачи, *предельный продукт каждой единицы фактора производства убывает по мере увеличения количества этого фактора*, если запасы прочих факторов неизменны. Иными словами, расширение производства «за счет увеличения степени использования... ресурсов помогает росту эффективности фирмы лишь до определенного предела, затем эффективность начинает падать»[1]. Например, в результате борьбы компаний за ограниченные ресурсы увеличивается конкуренция, что с течением времени ведет к падению доходности: отрасль насыщается, и доходы компаний стабилизируются.

Возрастающая отдача наблюдается, когда *пропорциональное увеличение количества всех ресурсов приводит к еще большему приросту объема выпуска*. Поскольку согласно закону возрастающей отдачи увеличение объема продукции происходит более быстрыми темпами, чем увеличение затрат всех использованных для производства ресурсов, в некоторых отраслях с ростом дополнительных инвестиций происходит увеличение их доходности. В этом случае существует множество примеров, когда быстрое наращивание инвестиций на начальном этапе помогает компании за короткое время выбиться в лидеры и захватить доминирующие позиции на рынке.

Несмотря на мнение некоторых современных экономистов, например Брайана Артура и Пола Дэвида, о том, что эффект возрастающей отдачи характерен именно для отраслей постиндустриальной экономики[2], сама идея возрастающей отдачи не нова. Считается, что истоки концепции возрастающей отдачи можно проследить еще в трудах таких известных экономистов, как Альфред Маршалл, Эллин Янг, Питер Сраффа. С 1950 по 1980 гг. важный вклад в разработку проблематики возрастаю-

[1] *Сажина М.А., Чибриков Г.Г.* Экономическая теория: учебник. 2-е изд. М.: Норма, 2008. С. 117.

[2] *Arthur W.B.* Increasing Returns and Path Dependence in the Economy. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press, 1994; *David P.A.* Path dependence, its critics, and the quest for historical economics // Stanford, CA: Economic Department. Working Paper № 00-011. 2000.

Katalevsky_1.indd 98 28.03.2011 16:10:18

щей отдачи внесли Николас Калдор[1], Кеннет Эрроу[2], Р. Солоу[3], Пол Ромер[4] и многие другие.

Принцип возрастающей отдачи *способствует формированию конкуренции по типу* «*победитель получает все*», в которой *компания, даже незначительно доминирующая на рынке, с высокой долей вероятности сможет в дальнейшем закрепить свое преимущество и упрочить позиции, основываясь на эффекте возрастающей отдачи.* Исследования в области феномена возрастающей отдачи в экономике привели к обоснованию в научной и практической управленческой литературе рекомендаций по использованию организациями стратегий быстрого, агрессивного роста (известных в англоязычной литературе как стратегии «get big fast»). Целью стратегий агрессивного роста было фокусирование усилий на захвате максимально возможной доли рынка, что позволяло увеличивать производство, одновременно снижая издержки на единицу продукции вследствие действия эффекта экономии на масштабе.

Стратегия быстрого роста преимущественно реализовывалась за счет политики слияний и поглощений и помогала создавать устойчивое преимущество в тех отраслях, где эффект от кривой обучения был наиболее заметным: в высокотехнологичных отраслях[5], а также в секторах экономики с высоким значением комплементарных товаров и сетевых экстерналий. Стратегии быстрого роста, нацеленные на агрессивное наращивание доли рынка, вызвали большой интерес среди исследователей в области экономики и управления[6]. По мнению теоретиков и практиков управления, во второй половине 1990-х гг. бизнес должен был расти максимальными темпами, а компании нужно было выводить на рынок свою продукцию/услуги как можно раньше, опережая конкурентов. Начальный

---

[1] *Kaldor N.* Welfare Propositions of Economics and Interpersonal Comparisons of Utility // The Economic Journal. 1939. Vol. 49. № 195. P. 549–552.

[2] *Arrow K.J.* The economic implications of learning by doing // Review of Economic Studies. 1962. Vol. 29. № 3. P. 155–173.

[3] *Solow R.* A. Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics. 1956. Vol. 70. № 1. P. 65–94.

[4] *Romer P.* Increasing returns and long-run growth // Journal of Political Economy. 1986. Vol. 94. № 5. P. 1002–1037.

[5] *Lieberman M., Montgomery D.* First-Mover (dis)Advantages: Retrospective and link with the resource-based view // Strategic Management Journal. 1998. Vol. 19. № 12. P. 1111–1125; *Ghemawat P., Spence M.* Learning Curve Spillovers and Market Performance // Quarterly Journal of Economics. 1985. Vol. 100. P. 839–852.

[6] *Shapiro C., Varian H.* Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy. Boston: Harvard Business School Press, 1998; *Saloner G., Shepard A., Podolny J.* Strategic Management. New York: John Wiley & Sons, 2001; *Krugman P.* Rethinking International Trade. Cambridge, MA: MIT Press, 1990.

Katalevsky_1.indd 99 28.03.2011 16:10:18

период работы без получения прибыли должен был компенсироваться будущими денежными потоками, когда компания станет лидером на рынке и сможет извлекать дополнительную выгоду из своего монопольного положения.

Многие интернет-компании добились значительных успехов, поставив в основу развития быстрый рост, основывающийся на эксплуатации эффектов возрастающей отдачи. Среди них Yahoo!, eBay, Amazon.com, провайдер IP-телефонии Skype, социальные сети Facebook, «Одноклассники.ру» и многие другие. Интернет-магазин Amazon.com является классическим примером успешности агрессивных стратегий роста. Несмотря на то, что компания была создана в 1994 г. и первая версия сайта открылась 16 июля 1996 г., уже менее чем через год сайт Amazon.com стал символом интернет-экономики, появившись на обложке «Уолл Стрит Джорнел» в 1995 г. Под управлением Джеффри Безоса, основателя компании, Amazon.com быстро получил широкую известность в средствах массовой информации, эффективно используя растущую популярность для привлечения новых клиентов. Рост выручки позволил инвестировать в развитие компании и захват рынка. Преимущество первопроходца в комбинации с агрессивным ростом и значительными инвестициями в онлайновое присутствие позволило компании извлечь максимум выгоды из сложившейся ситуации[1]. И хотя интернет-ресурс стал прибыльным только спустя почти десять лет после своего существования, агрессивная политика роста, нацеленная на захват максимальной доли рынка, вывела интернет-магазин Amazon.com в безусловные лидеры рынка.

Экономика возрастающей отдачи характерна не только для технологических компаний. Например, крупнейший ритейлер в мире, американская сеть магазинов Wal-Mart, с выгодой использует эффект возрастающей отдачи, возникающий вследствие экономии на масштабе. С оборотом более чем 300 млрд долларов в 2007 г., Wal-Mart может закупать и перевозить товары дешевле, чем конкуренты. Помимо этого, значительные финансовые ресурсы помогают компании первой внедрять новейшие и наиболее эффективные технологии в области управления логистикой, хранения и дистрибуции товаров, помогая добиться еще большей экономии. В результате коэффициент оборачиваемости запасов у Wal-Mart почти в два раза выше,

[1] *Spector R.* Amazon.com: Get Big Fast: Inside the Revolutionary Business Model that Changed the World. New York: Harper Collins, 2000.

Katalevsky_1.indd 100 28.03.2011 16:10:18

чем в среднем по отрасли[1]. Очевидно, что Wal-Mart не останавливается на достигнутом и продолжает постоянно вкладывать в дальнейшее расширение собственной сети магазинов как на территории США, так и в других странах.

В целом же исследователи полагают, что если эффекты от кривой обучения значительны, цена определена и от конкурентов с высокой долей вероятности следует ожидать рационального поведения, то компаниям *рекомендовано* использовать стратегию агрессивного захвата рынка, состоящую из опережающего вывода на рынок новой продукции, быстрого наращивания производства и более низких цен по сравнению с конкурентами.

Концепция возрастающей отдачи получила широкое распространение в западной управленческой литературе и бизнес-обучении. В 1996 г. *Wall Street Journal* отмечал популярность идеи возрастающей отдачи в управлении, согласно которой «раннее доминирование на рынке приводит впоследствии к практически монопольному положению компании на рынке, поскольку потребители становятся замкнутыми на продукции данной компании, отказываясь переключаться на продукцию конкурентов, — многие компании стремятся быстро захватить как можно бóльшую долю рынка»[2].

Исследования в области экономики возрастающей отдачи имеют важное значение для разработки стратегии компании. Согласно Брайану Артуру, «игры с возрастающей отдачей предусматривают большой выигрыш для тех, кто достаточно храбр, чтобы играть и выигрывать»[3]. В частности, ряд исследователей рекомендует активно эксплуатировать эффекты возрастающей отдачи при управлении компанией — особенно в рамках стратегии, нацеленной на быстрые темпы роста[4].

Контрольные вопросы и задания

- *Что такое убывающая и возрастающая отдача в экономике? Какова роль возрастающей отдачи в стратегии управления компанией?*
- *В чем преимущество стратегий быстрого роста? В каких случаях применение данных стратегий может быть нецелесообразно?*

---

[1] *Laseter T., Kirsch D., Goldfarb B.* Lessons of the last bubble // Strategy and Business Review: Booz Allen Hamilton. Vol. 46. 2007.

[2] *Hill G., Hardy Q., Clark D.* Behind the Plunge: Bloody price wars and strategic errors hammer high tech // Wall Street Journal. 1996. July 12.

[3] *Артур Б.* Возрастающая отдача и два мира бизнеса // Экономический вестник Ростовского государственного университета. Т. 3. № 4. 2005.

[4] *Shapiro C., Varian H.* Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy. Boston: Harvard Business School Press, 1998.

Katalevsky_1.indd 101 28.03.2011 16:10:18

3.2. Эффекты зависимости от предыдущей траектории развития и блокировки системы

Возрастающая отдача приводит к возникновению феномена зависимости от предыдущей траектории развития (path dependence), в российской научной литературе известного также как «зависимость от пути», «эффект колеи», «институциональная ловушка» и т.п. Проблема «зависимости от пути» разрабатывалась преимущественно зарубежными экономистами, сторонниками неоэволюционного подхода в экономике и пока еще сравнительно мало представлена в трудах российских ученых, хотя ряд интересных статей по данной тематике подготовлен и отечественными специалистами[1].

Одно из наиболее полных определений этому эффекту дал Пол Дэвид: «Зависимость от предшествующего развития — это такая последовательность экономических изменений, при которой важное влияние на возможный результат могут оказать отдаленные события прошлого, причем скорее случайные события, чем систематические закономерности»[2]. Общая интерпретация идей зависимости от пути отмечает, что текущее и будущее состояние системы, поступки или решения зависят от решений, принятых в прошлом. Некоторые авторы критикуют концепцию зависимости от предыдущей траектории развития, утверждая, что слишком широкая трактовка данного феномена приводит к тривиальному выводу о том, что «история имеет значение».

Теоретические и эмпирические исследования, посвященные зависимости от предыдущей траектории развития, охватывают такие темы, как формирование институтов и институциональное развитие[3], разработка государственной политики[4], выбор технологий[5], географическое расположение городов[6], меры по

---

[1] *Белокрылова О.С., Германова О.Е., Вольчик В.В., Михалкина Е.В.* Эволюция институциональной структуры системы образования как следствие зависимости от предшествующего пути развития // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2004. Т. 2. № 4; *Вольчик В.В., Скорев М.М.* Институциональная инерция и развитие российской системы образования // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2004. Т. 2. № 4.

[2] *David P.A.* Clio and the Economics of QWERTY // American Economic Review. 1985. Vol. 5. № 2. P. 332–337.

[3] *Норт Д.* Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997.

[4] *Hacker J.* The Divided Welfare State: The Battle over Public and Private Social Benefits in the United States. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

[5] *Arthur W.B.* Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events // Economic Journal. 1989. Vol. 99. P. 116–131.

[6] *Page S.* On the Emergence of Cities // Journal of Urban Economics. 1998. Vol. 45. P. 184–208.

Katalevsky_1.indd 102 28.03.2011 16:10:18

борьбе с насекомыми-вредителями[1], формирование языков и появление юриспруденции[2] и др. «Эффект колеи» помогает понять, почему одни страны преуспевают, а другим так и не удается их догнать[3]; почему одни страны переходят к новым технологиям последовательно, а другие совершают резкие технологические скачки[4].

Наряду с Брайаном Артуром, пионерные работы в области зависимости от траектории пути принадлежат также Полу Дэвиду. П. Дэвид описал случай с выбором раскладки клавиатуры QWERTY[5], доказывая, что исторические факторы и разного рода случайности могут играть существенную роль в экономическом выборе[6]. Более того, Дэвид показал, что *результатом рыночного отбора может стать и неэффективная технология, даже если рынку доступны более выгодные альтернативы*. Так, стандарт современной раскладки англоязычной клавиатуры QWERTY, утвердившийся в 1870-х гг., согласно ряду исследований был далеко не оптимален с точки зрения эргономики и удобства печатания. Почти через шестьдесят лет после появления QWERTY-клавиатуры, в 1936 г., американский изобретатель Август Дворак получил патент на принципиально новую раскладку клавиатуры. Согласно исследованиям Лиебовица и Марголиса, эксперименты в 1940-х гг. показали, что клавиатура Дворака до 40% ускоряет набор текстов[7]. Однако несмотря на эти данные новый стандарт так и не прижился: произошло так называемое «замыкание системы», в русскоязычной литературе известное также как эффект блокировки (system lock-in, lock-in effect), в результате которого издержки потребителя по переключению на новую раскладку настолько высоки, что не оправдали бы полученных выгод.

---

[1] *Cowan R., Gunby P.* Sprayed to Death: Path Dependence, Lock-in and Pest Control Strategies // Economic Journal. 1996. Vol. 106. № 436. P. 521–42.

[2] *Hathaway O.A.* Path Dependence in the Law: The Course and Pattern of Legal Change in a Common Law System // The Law Review. 2001. Vol. 86. № 2. P. 234–245.

[3] *Easterly W.* The Elusive Quest for Growth: Economists' Adventures and Misadventures in the Tropics. Cambridge, MA: MIT Press, 2001.

[4] *Gerschenkron A.* Economic Backwardness in Historical Perspective // The Sociology of Economic Life / Ed. by Granovetter M., Swedberg R. Boulder, CO: Westview Press, 1952.

[5] Английский аналог раскладки клавиатуры ФЫВА ОЛДЖ.

[6] *David P.A.* Clio and the Economics of QWERTY.

[7] *Liebowitz S.J., Margolis S.E.* Policy and path dependence: from QWERTY to Windows 95 // Regulation: The Cato Review of Business and Government. 1995. № 3. P. 33–41.

Katalevsky_1.indd 103 28.03.2011 16:10:18

В настоящее время в среде исследователей проблематики зависимости от предыдущей траектории развития закрепилось понятие так называемых «QWERTY-эффектов». Под QWERTY-эффектами подразумеваются *неэффективные стандарты, которые по тем или иным причинам закрепились и демонстрируют устойчивые тенденции к сохранению.* В отечественной литературе для описания эффекта блокировки иногда используется термин «институциональная ловушка»[1]. Согласно Дугласу Норту, «замыкание системы» означает, что однажды принятое решение трудно отменить[2]. Сторонники неоинституциональной теории считают, что «институциональная ловушка — это неэффективная устойчивая норма (неэффективный институт), имеющая самоподдерживающийся характер»[3].

При анализе работ в данной области помимо исследований, посвященных QWERTY-эффектам, встречается также понятие «предрасположенность пути» (path determinacy). Как отмечает С. Цирель, в работах, посвященных механизмам возникновения стандартов, подчеркивается случайность одномоментного выбора и высокая стоимость его последующего изменения (path dependency), тогда как в работах, посвященных институтам, акцент делается на связи нового выбора с историей, взаимозависимостью институтов, экономической преемственности (path determinacy)[4].

Концепция зависимости от предыдущей траектории развития не просто констатирует факт замыкания рынка на неэффективную технологию, что многократно подтверждено эмпирическими исследованиями, но также позволяет ответить на вопрос, *почему* так происходит.

Среди причин отклонения от оптимума и замыкания системы на неэффективные технологии выделяются следующие:

- случайные факторы и стохастические процессы[5];

---

[1] *Бренделева Е.А.* QWERTY-эффекты, институциональные ловушки с точки зрения трансакционных издержек // Интернет-конференция «20 лет исследования QWERTY-эффектов и зависимости от предшествующего развития». 2004. http://www.ecsocman.edu.ru/db/msg/208637.html

[2] *Норт Д.* Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997.

[3] *Полтерович В.М.* Институциональные ловушки и экономические реформы. М.: Российская экономическая школа, 1998.

[4] *Цирель С.В.* «Qwerty-эффекты», «path dependence» и закон Седова, или Возможно ли выращивание устойчивых институтов в России // Экономический вестник Ростовского Университета. 2005. Т. 3. № 3. С. 44–56.

[5] *David P.A.* Path dependence and predictability in dynamic systems with local network externalities: a paradigm for historical economics // Technology and the Wealth of Nations / Ed. by Foray D., Freeman C. L.: Pinter Publishers, 1993.

Katalevsky_1.indd 104 28.03.2011 16:10:18

- общие законы развития сложных систем[1];
- децентрализованность принятия решений[2].

Эффект «зависимости от пути» обусловлен спецификой действия рыночных агентов. Как отмечают исследователи, выбор может происходить на микро- и макроуровне[3]. Выбор на микроуровне является целенаправленным и представляет собой стандартный механизм принятия решений менеджером в организации, основанный на сравнении альтернатив и выборе той, которая в наибольшей степени отвечает заранее определенным критериям (управленческий отбор). Выбор на макроуровне носит во много случайный характер: «...в случае отбора на макроуровне мы сталкиваемся с процессами... которые имеют спонтанную природу. Эти процессы являются исторически обусловленными и зависимыми от траектории развития»[4]. Отбор альтернатив на макроуровне осуществляется децентрализованно и поэтому связан в первую очередь с фактором устойчивости, традиционности, а не эффективности. Среди источников устойчивости можно выделить действия эффектов возрастающей отдачи от экономии на масштабе, сетевые экстерналии и т.п.

Некоторые экономисты считают, что концепция зависимости от предыдущей траектории развития свидетельствует о несостоятельности главных положений неоклассической экономики[5]. Однако большинство исследователей придерживается менее радикальных оценок, считая, что данная теория является не альтернативой неоклассической экономике, а скорее ее дополнением[6]. Большое внимание проблеме выбора рынком той или иной технологии или стандарта, эффектам зависимости от предыдущей траектории развития и замыкания системы

---

[1] *Ходжсон Дж.* Экономическая теория и институты: Манифест современной институциональной экономической теории. М., 2003.

[2] *Liebowitz S. J., Margolis E.S.* Path Dependence, Lock-In, and History // The Journal of Law, Economics, and Organization. 1995. Vol. 11. № 1.

[3] *Нельсон Р., Уинтер С.* Эволюционная теория экономических изменений. М., 2000.

[4] *Вольчик В.В.* Проблема отбора: рынки и институты в экономической теории // Экономический вестник Ростовского государственного института. 2005. Т. 3. № 4. С. 47–55.

[5] *Arthur W.B.* Increasing Returns and Path Dependence in the Economy. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press, 1994.

[6] *Puffert D.J.* Path Dependence, Network Form, and Technological Change // Essays on Economic Growth, Technology, and Demographic Change / Ed. by Sundstrom W., Guinnane T., Whatley W. Stanford: Stanford University Press, 2003; *Латов Ю.В.* Теория зависимости от предшествующего развития в контексте институциональной экономической истории // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2005. № 3. С.36–44.

Katalevsky_1.indd 105 28.03.2011 16:10:18

Георг Полиа

уделялось в рамках эволюционного, неоэволюционного и институциональных направлений в экономике.

Концепция зависимости от предыдущей траектории развития подтверждается серией экспериментов математического моделирования, классическим из которых признан эксперимент Полиа — так называемая «урна Полиа»[1] (по имени математика Георга Полиа).

Эксперимент Полиа предполагает наличие урны бесконечной вместимости, содержащей шары двух цветов, например черные и белые. Каждый раз, когда экспериментатор извлекает из урны шар определенного цвета, этот же шар кладется обратно в урну *плюс* добавляется шар *такого же цвета*. Изначально в урне два шара — один черный и один белый. Таким образом, в начале эксперимента вероятность вытянуть шар любого цвета одинакова.

Эксперимент Полиа показывает, что при множественном повторении процедуры со временем в урне будут устойчиво доминировать шары одного цвета: если на начальном этапе эксперимента вытягивается шар определенного цвета (например, черного), то вероятность изъятия шара того же цвета на последующем этапе увеличивается (рис. 3.1). При этом невозможно предсказать, шары какого цвета будут в итоге доминировать, поскольку на первоначальных этапах процесс вытягивания шара носит случайный характер.

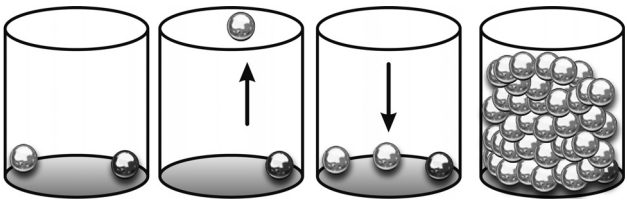


Рис. 3.1. Эксперимент с «урной Полиа» (объяснения — в тексте)

Данный эксперимент применим для моделирования возрастающей отдачи, например, в области конкурирования технологий, когда доминирование определенной технологии или стандарта зависит от базы пользователей — количества лиц, осуществивших выбор технологии (или стандарта) на предыду-

[1] *Arthur W.B., Ermoliev Y.M., Kaniovski Y.M.* A Generalized Urn Problem and its Applications // Kibernetika. 1983. Vol. 19. P. 49–56.

Katalevsky_1.indd 106 28.03.2011 16:10:18

щем этапе. При равных стартовых возможностях предсказать, какая технология станет доминирующей, практически невозможно — *любое незначительное преимущество на начальном этапе* (например, крупный клиент или агрессивный маркетинг по первоначальному продвижению технологии) *будет способствовать наращиванию базы пользователей*, тем самым увеличивая ценность использования данной технологии для каждого нового пользователя. Этот тезис также подтвержден в работах исследователя Р. Коуэна[1].

Близкие идеи можно найти в некоторых положениях экономистов австрийской школы, в частности в работах Ф. Хайека: «С точки зрения Ф. Хайека, любая эволюция, будь то культурная или биологическая, все же представляет собой процесс непрерывного приспособления к случайным обстоятельствам и непредвиденным событиям, которые невозможно предсказать... эволюционная теория в принципе не может позволить нам рационально прогнозировать и контролировать будущие изменения... она способна... показать, каким образом у сложно организованных структур вырабатываются способы корректировки, ведущие к новым эволюционным изменениям, которые, однако, по своей природе неизбежно остаются непредсказуемыми»[2].

На сегодняшний день в экономической литературе описано достаточно много примеров проявления эффектов «зависимости от пути» и «замыкания системы». Одним из таких примеров является уже частично рассмотренная в предыдущей главе жесткая конкурентная борьба между компаниями Microsoft и Apple в 1980–1990 гг. Противостояние Microsoft и Apple некоторые исследователи склонны рассматривать как классический случай конкуренции в рамках концепции «зависимости от пути»[3]. Появившаяся на рынке менее перспективная, чем у конкурентов, технология в силу определенных обстоятельств может быстро завоевать высокую долю рынка, выбиться в лидеры и даже стать стандартом для последователей. Спустя время ее первичные недостатки будут устранены, и тогда ее отрыв от ближайших конкурентов станет настолько высоким,

---

[1] *Коуэн Р.* Зависимость от предшествующей траектории развития, причинная связь и экономическая политика // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2004. Т. 2. № 4.

[2] *Вольчик В.В.* Провалы экономической теории и зависимость от предшествующего пути развития // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2003. Т. 1. № 3. С. 41.

[3] *Puffert D.* The Standardization of Track Gauge on North American Railways, 1830–1890 // Journal of Economic History. 2000. № 60. P. 933–960.

Katalevsky_1.indd 107 28.03.2011 16:10:19

что произойдет «замыкание» (блокировка) пользователей на использование данной технологии. Случай технологической конкуренции между Microsoft и Apple представляет собой наглядный пример выбора неоптимальной технологии в результате проявления эффекта «зависимости от пути».

Проблема блокировки системы на неэффективную технологию с интересом исследуется рядом зарубежных авторов. Можно, в частности, выделить работу Э. Мокснеса, в рамках которой была построена имитационная модель, показывающая, как экономика страны может замкнуться на использование неэффективной системы поставок электроэнергии[1]. Дж. Стерман и Дж. Уиттенберг в ходе системно-динамического моделирования проблематики возникновения и смены научной парадигмы пришли к выводу, что научные революции испытывают сильное влияние эффекта «зависимости от пути»: вероятность конкретной теории стать доминирующей в соответствующей научной дисциплине лишь в небольшой степени зависит от ее пояснительной способности и в гораздо большей степени определяется условиями внешней среды, в которых она появилась[2].

Важный вклад в понимание формирования эффекта зависимости от предыдущей траектории развития внесли Лейбовиц и Марголис. Они разработали трехступенчатую классификацию «эффекта колеи»:

1) *Ситуации, когда невозможно оценить качество принимаемого решения*, но позже выясняется, что было бы целесообразно использовать альтернативные решения. В данном случае невозможно оценить эффективность выбора в принципе. Согласно Лейбовицу и Марголису, появление QWERTY-клавиатуры относится именно к данной ступени феномена зависимости от пути: выбор клавиатуры фактически определился устройством каретки печатающих машинок того времени, но только спустя десятилетия обнаружилось, что существует более оптимальный способ раскладки.

2) *Ситуация, когда решение принимается с неполной информацией*: хотя на момент принятия решений оно кажется более эффективным, чем альтернативные варианты, впоследствии ретроспективный анализ показывает его неэффективность. Данный вид зависимости от предыдущей траектории развития

[1] *Moxnes E.* Positive feedback economics and the competition between «hard» and «soft» energy suppliers // Journal of Scientific and Industrial Research. 1992. Vol. 51. P. 257–265.

[2] *Sterman J., Wittenberg J.* Path dependence, competition, and succession in the dynamics of scientific revolution // Organization Science. 1999. Vol. 10. № 3. P. 322–341.

Katalevsky_1.indd 108 28.03.2011 16:10:19

характеризуется выявлением накапливающихся ошибок с течением времени.

3) *Ситуация, в которой по определенным причинам выбирается заведомо менее эффективная технология при наличии более эффективных.* Для данного вида зависимости от пути характерно то, что неэффективных технологий или институтов можно было бы избежать, однако в силу определенных обстоятельств этого не произошло[1].

Лейбовиц и Марголис отмечают, что для нейтрализации эффектов зависимости от пути третьего класса требуется централизованное принятие решений, поскольку сам по себе рыночный механизм не в состоянии в данном случае гарантировать выбор оптимальной технологии или института — т.е. требуется вмешательство (например, государства) для устранения неэффективности рынка[2].

Корректное понимание природы зависимости от пути позволяет разработать правильные рекомендации относительно принимаемых мер экономической политики. В этих обстоятельствах наилучшей будет такая государственная политика, которая, по мнению П. Дэвида, *нацелена не только на принятие правильного решения*, но и *на улучшение самих информационных условий, в которых принимаются эти решения*[3].

Эффект зависимости от пути имеет еще одно важное экономическое последствие: согласно многим исследователям, вследствие его действия на рынке *возможна ситуация множественного равновесия.* Наличие возможности множественных равновесных ситуаций, как уже упоминалось выше, создает существенные трудности для экономического прогнозирования. Коуэн отмечает, что в этом случае рациональнее не делать прогнозы, а ограничиться некоторым набором равновесных состояний: «рынок будет эволюционировать в направлении одного из известных равновесных состояний (число которых, вероятно, конечно), но какое точно это будет состояние, определить невозможно»[4]. Этот момент принципиален, например,

---

[1] *Liebowitz S.J., Margolis E.S.* Path Dependence, Lock-In, and History // The Journal of Law, Economics, and Organization. 1995. Vol. 11. № 1.

[2] *Liebowitz S.J, Margolis S.E.* Policy and path dependence: from QWERTY to Windows 95 // Regulation: The Cato Review of Business and Government. 1995. № 3. P. 33–41.

[3] *David P.A.* Path dependence, its critics, and the quest for historical economics // Stanford, CA: Economic Department. Working Paper № 00-011, 2000.

[4] *Коуэн Р.* Зависимость от предшествующей траектории развития, причинная связь и экономическая политика // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2004. Т. 2. № 4.

Katalevsky_1.indd 109 28.03.2011 16:10:19

в рамках высокорискованного венчурного инвестирования: поскольку невозможно достоверно предсказать успех венчурного стартапа на ранней стадии, инвестору важно вкладывать в несколько компаний, которые, может быть, даже являются конкурентами, и постоянно отслеживать ситуацию. Если становится заметно, что какая-то из компаний начинает завоевывать лидерство на рынке, инвестиции в нее следует постепенно увеличивать.

Будет уместно привести некоторые наиболее изученные в литературе примеры проявления эффектов зависимости от предыдущей траектории развития и блокировки:

1. Левостороннее и правостороннее дорожное движение. Система левостороннего движения в Великобритании более дорога в обслуживании, чем правосторонняя. Автомобили, выпускаемые европейскими и американскими производителями специально для рынка Великобритании, стоят дороже. Тем не менее издержки перехода на правостороннее движение в этой стране были бы непропорционально более высоки по сравнению с ожидаемым от этого преимуществом. Вследствие сетевых экстерналий, при которых все водители взаимосвязаны и никто не может по собственному усмотрению перейти на другую систему вождения, маловероятно, что в обозримом будущем будет осуществлен переход на правостороннее движение, как, например, в континентальных странах. Помимо Великобритании левостороннее движение существует также во многих других островных странах — в Японии, Ирландии, на Кипре, в Австралии, Индонезии, Новой Зеландии, Малайзии, на Мальте, Шри-Ланке. Левостороннее движение встречается также в континентальных государствах (Индия, Пакистан, Таиланд, Непал, Намибия, Уганда, Южноафриканская Республика), однако значительно реже. Низкая распространенность левостороннего движения в континентальных странах обусловлена в первую очередь необходимостью иметь одинаковые правила дорожного движения с соседними странами. В этом аспекте показателен пример Швеции, которая в 1960-х гг. осуществила переход с левостороннего на правостороннее движение.

2. Технология работы ядерных реакторов. Коуэн отмечает, что доминирующая сегодня технология работы атомных электростанций на «легкой воде» была выбрана в результате действия эффектов «зависимости от пути»[1]. Данная технология, заимствованная из военных разработок для атомных под-

[1] *Cowan R.* Nuclear Power Reactors: A Study in Technological Lock-in // Journal of Economic History. 1990. Vol. 50. P. 541–567.

Katalevsky_1.indd 110 28.03.2011 16:10:19

водных лодок, форсированно внедрялась в период холодной войны между США и СССР, поскольку, по мнению исследователя, политические цели руководства обеих стран — продемонстрировать мирные возможности использования ядерных технологий — перевешивали целесообразность поиска самой эффективной технологии. Согласно Коуэну, эффекты обучения и кривой опыта, следовавшие из наработок инженеров в сфере ядерных технологий «легкой воды», делали рациональным дальнейший выбор именно этой технологии. Согласно полученным им выводам, тем не менее, существуют важные факты, доказывающие, что, если бы были предприняты дополнительные усилия по развитию более успешных альтернативных технологий, возможно, сегодня атомные электростанции были бы более эффективны и безопасны.

3. Конкуренция в сфере информационных технологий. Хотя Карл Шапиро и Хол Вэриан не использовали понятие зависимости от предыдущей траектории развития, они выявили широкий диапазон исследований, отмечавших важное влияние положительной обратной связи на динамику конкуренции компаний в области информационных технологий. Они показали, что конкурирующие компании стремятся выявить и использовать себе во благо преимущества эффектов возрастающей отдачи[1]. Среди компаний, которые смогли выгодно использовать данные преимущества, некоторые исследователи выделяют Microsoft, чья рыночная власть позволяет сдерживать доступ конкурентов к разработке и распространению на рынке инновационных технологий[2] (более подробно о том, как Microsoft использовала преимущества от эффектов возрастающей отдачи, можно прочитать в *Кейсе № 4* второй части данного пособия).

4. Региональное развитие и формирование кластеров. В работах Пола Кругмана[3] (как и в упоминавшихся выше работах Брайана Артура) отмечалась определяющая роль случайных событий и эффектов положительной обратной связи в экономической географии, в частности на примере возникновения Силиконовой Долины и других крупных региональных техно-

[1] *Shapiro C., Varian H.* Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy. Boston: Harvard Business School Press, 1998.

[2] *Reback G., Creighton S., Killam D., Nathanson N.* Technological, Economic and Legal Perspectives Regarding Microsoft's Business Strategy in Light of the Proposed Acquisition of Intuit, Inc. («Microsoft White Paper»). White paper, law firm of Wilson, Sonsini, Goodrich & Rosati, 1995.

[3] *Krugman P.* Increasing Returns and Economic Geography // Journal of Political Economy. 1991. Vol. 99. P. 483–499.

Katalevsky_1.indd 111 28.03.2011 16:10:19

логических или производственных кластеров. Согласно проведенным исследованиям, некоторые ныне развитые высокотехнологические региональные кластеры возникли не в результате систематической политики властей, а скорее вследствие случайных событий, которые способствовали выбору новыми высокотехнологичными компаниями мест ведения бизнеса поблизости от своих конкурентов и партнеров. Пол Кругман также отмечает, что подобного рода эффекты положительной обратной связи распространены в сфере международной торговли: географическая специализация экономики, сложившаяся в ряде случаев в результате определенных исторических событий, определяет характер конкурентного преимущества региона, который, в свою очередь, определяет структуру торговых связей региона[1].

5. Институциональное развитие. Эффекты «зависимости от пути» описаны исследователями в рамках институциональной теории экономики. Помимо трудов Дугласа Норта, также известность получили работы Барри Эйченгрина, предположившего, что возникновение мировой денежной системы на основе золотого стандарта в конце XIX века основывалось на эффектах «зависимости от пути»[2]. Эффект положительной обратной связи основывался на преимуществах перехода разных стран на общую монетарную систему. Согласно Б. Эйченгрину, данные преимущества основывались на сетевом эффекте. Дуглас Пафферт полагает, что «зависимость от пути» в институциональном развитии имеет сходство с эффектами «зависимости от пути» в технологическом развитии, основываясь на ценности усвоения технологии или институтов, изменить которые становится сложно и затратно для пользователей[3].

Несмотря на значительный прогресс в данной проблематике за последнее время, многие вопросы остаются неясными. Исследования отечественных и зарубежных специалистов могут лишь частично объяснить подобные проявления в некоторых сферах экономики, в частности в области развития и внедрения новых технологий, взаимодействия среди агентов в среде, где высока роль сетевых экстерналий, в некоторых случаях институционального развития, в конкуренции на насыщенных рынках и т.п.

---

[1] *Krugman P.* Peddling Prosperity. New York: W.W. Norton, 1994.

[2] *Eichengreen B.* Globalizing Capital: A History of the International Monetary System. Princeton: Princeton University Press, 1996.

[3] *Puffert D.J.* Path Dependence, Network Form, and Technological Change // Essays on Economic Growth, Technology, and Demographic Change / Ed. by Sundstrom W., Guinnane T., Whatley W. Stanford: Stanford University Press, 2003.

Katalevsky_1.indd 112 28.03.2011 16:10:19

Принципиальным же, на наш взгляд, является *вопрос механизма возникновения* эффектов зависимости от пути и блокировки. Хотя имеется определенный прогресс в исследованиях феномена зависимости от предыдущей траектории развития, весьма слабо изученными остаются вопросы объяснения механизмов и процессов, которые приводят к выбору конкретного пути развития. Достаточно подробно на уровне некоторых компаний исследован ряд случаев замыкания системы[1], также рассмотрены возможности по разблокировке систем, попавших в институциональную ловушку. Можно выделить работы Р. Гаруда и П. Карноэ[2], М. Стэка и М. Гартланда[3], акцентирующие внимание на роли предпринимателей и фирм в выборе траектории развития с возможностью последующего замыкания системы. Согласно российским исследователям, важным выводом является *возможность игроков рынка самим создавать* «*траектории развития, которые детерминируют неопределенность рынков, мультиплицируя себя во времени*»[4]. Брайан Артур в своих работах призывает к необходимости «активно управлять возрастающей отдачей»[5]. Однако стратегия действия самих фирм, направленная на доминирование на рынке и закрепление собственного лидерства посредством эксплуатации эффектов зависимости от пути и блокировки системы, исследована незначительно. Если мы считаем, что в экономике возрастающей отдачи компаниям принципиально важно заставить «работать на себя» эффект зависимости от предыдущей траектории развития и таким образом замкнуть на себя рынок/потребительский спрос, главным становится вопрос, каким образом это можно сделать.

Оказывается, что именно системная динамика (а в последнее время также и агентное имитационное моделирование)

---

[1] *David P., Bunn J.A.* The Economics of Gateway Technologies and Network Evolution: Lessons from Electricity Supply History // Information Economics and Policy. 1988. № 3. P. 165–202; *Reynolds T., Cutcliff S.* Technology in the preindustrial west // Technology and the West: A historical Anthology from Technology and Culture / Ed. by T. Reynolds, S. Cutcliffe. Chicago: Chicago University Press, 1997.

[2] *Garud R., Karnoe P.* Path Dependence and Creation // Path Dependence and Creation / Ed. by R. Garud, P. Karnoe. L.: Lawrence Erlbaum Associates, 2001.

[3] *Stack M., Garland M.P.* Path creation, path dependency and alternative theories of the firm // Journal of Economic Issues. 2003. Vol. 37. № 2. P. 487–494.

[4] *Белокрылова О.С., Германова О.Е., Вольчик В.В., Михалкина Е.В.* Эволюция институциональной структуры системы образования как следствие зависимости от предшествующего пути развития // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2004. Т. 2. № 4. С. 66.

[5] *Артур Б.* Возрастающая отдача и два мира бизнеса // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2005. Т. 3. № 4. С. 13.

Katalevsky_1.indd 113 28.03.2011 16:10:19

помогает *проследить механизм формирования эффектов зависимости от предыдущей траектории развития* и *блокировки* в современной экономике.

Контрольные вопросы и задания

- *В чем суть эффектов зависимости от предыдущей траектории развития и блокировки системы? Какое значение они могут иметь для стратегии развития компании?*
- *Классификация QWERTY-эффектов по С. Лейбовицу и Е. Марголису.*
- *Примеры замыкания на неэффективные технологии.*

3.3. Конкурентная борьба на основе возрастающей отдачи: Microsoft и Apple

Хорошим примером успешной эксплуатации эффектов возрастающей отдачи и блокировки рынка на использование своей продукции является компания Microsoft и история ее конкурентной борьбы с Apple. Несмотря на то, что компания Microsoft изначально вышла на рынок операционных систем позже, чем Apple, ей удалось обойти конкурента и стать лидером на рынке благодаря эффективной эксплуатации возрастающей отдачи, позволившей компании со временем достичь эффектов зависимости от предыдущей траектории развития и блокировки.

Несмотря на сотрудничество компаний в первой половине 1980-х гг., конкуренция между Microsoft и Apple заметно обострилась во второй половине 1980-х, когда на рынок, где в то время господствовала операционная система Macintosh (Apple), поставляемая вместе с компьютерным оборудованием, вышли операционные системы MS-DOS и Windows. Важным фактором конкуренции была относительно низкая стоимость операционных систем Microsoft по сравнению с продукцией Apple. Apple следовала традиционной модели ведения бизнеса, которая основывалась на максимизации доходов. Стратегия Microsoft основывалась на учете концепции возрастающей отдачи и эксплуатации сетевых эффектов. Несмотря на то, что MS-DOS и Windows 3.1 уступали аналогичному программному обеспечению от компании Apple, решение Microsoft продавать права на свою операционную систему всем компаниям — производителям персональных компьютеров способствовало быстрому захвату значительной доли рынка. Благодаря более быстрому распространению и завоеванию большей, чем у Apple, доли рынка денежные потоки Microsoft позволили ей вложить

Katalevsky_1.indd 114 28.03.2011 16:10:19

значительные средства в усовершенствование собственной операционной системы Windows.

В течение 1980-х и начале 1990-х гг. стратегия Microsoft позволила ей захватить лидирующую долю рынка программного обеспечения, заметно увеличивая ценность операционной системы Windows для пользователей персональных компьютеров. Выгоды от использования совместимого программного обеспечения, в свою очередь, стимулировали новых пользователей покупать продукцию Microsoft, что еще больше увеличивало спрос на ее операционные системы и стимулировало рост выручки и прибыли. Появление Windows 95, графический интерфейс которой был значительно доработан по сравнению с более ранними версиями операционных систем Microsoft, практически полностью ликвидировало конкурентные преимущества Макинтош. Доля рынка компании Apple начала быстро сокращаться, и во второй половине 1990-х гг. победа Microsoft стала очевидной. Таким образом, положительная обратная связь в виде сетевых эффектов и эффекта от использования комплементарных товаров (приложений Microsoft Office, работавших под операционной системой Windows) помогла изначально менее совершенной технологии захватить лидерство на рынке, тогда как последующие инвестиции в расширение продуктовой линейки и усовершенствование уже существующей продукции сделали данную технологию высоко конкурентоспособной. До сих пор главная причина популярности Windows основывается на том, что значительное количество прикладных программ работает под ее управлением. В свою очередь, разработчики программного обеспечения предпочитают создавать новые программы, работающие под системой Windows, поскольку количество пользователей данной системы очень велико: по оценкам специалистов, около 95% персональных компьютеров в мире оснащено операционной системой Windows.

Однако не менее важную роль в успехе Microsoft сыграли и другие факторы, например эффект неудобства переключения на другую операционную систему: чем больше окружающих людей пользуются операционной системой Windows, тем выше издержки пользователя по переключению на иную операционную систему. Огромные размеры сети пользователей Windows привлекают новых пользователей, еще больше увеличивая ее размеры. Ключевую роль в росте популярности Windows сыграли крупные IT-дистрибьюторы, которые участвуют в формировании еще одной петли положительной обратной связи. Поскольку их доходы зависят от размера обслуживаемого рынка, они стремятся сосредоточиться на продажах наиболее

Katalevsky_1.indd 115 28.03.2011 16:10:19

популярных программных продуктов, отдавая предпочтение Windows. Это также способствует росту установленных операционных систем Windows на компьютерах конечных пользователей.

Кроме того, значимую роль сыграла специфика отрасли информационных технологий, а именно — особенность предельных издержек изготовления программного продукта: после завершения разработки программы предельные издержки по изготовлению каждой ее копии стремятся к нулю. В результате этого возникающая значительная экономия на масштабах также способствует ускоренному распространению программного обеспечения. На рис. 3.2 представлена упрощенная диаграмма факторов, стимулирующих рост продаж операционной системы Windows.

И хотя в 1990-х гг. перечисленные выше факторы помогли Microsoft победить, сегодня стратегия Apple по продвижению собственной операционной системы претерпела значительные изменения и во многом напоминает стратегию Microsoft. Основной упор компания делает на инновационность своей продукции, заметно проявившейся в компьютерах серии iMac, операционной системе OS X, телефона iPhone, планшетного компьютера iPad, которые ориентированы на работу в нишевых сегментах пользователей. Как некогда Microsoft, Apple уделяет существенное внимание разработке программных приложений для своей новой операционной системы, эффективно «замыкая» свою продукцию как на новых, так и на уже лояльных потребителей.

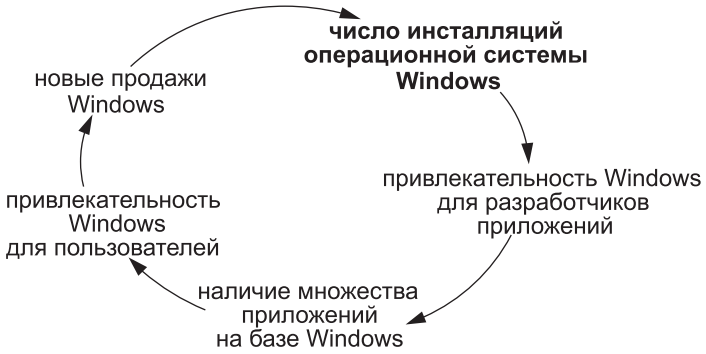


Рис. 3.2. Цикл роста Windows[1]

[1] *Ачи З., Домэн Э., Сибони О., Синха Д., Витт С.* Парадокс быстрорастущих компаний // Вестник McKinsey. 2002. № 3.

Katalevsky_1.indd 116 28.03.2011 16:10:19

Таким образом, победа Microsoft в конкурентной борьбе в значительной степени основывалась на умелой *эксплуатации положительной обратной связи*. Оказалось, что не только Microsoft удалось построить свою стратегию на такой основе. Широко известно исследование компании McKinsey, результаты которого продемонстрировали ключевую роль возрастающей отдачи в стимулировании роста компании[1]. Специалисты McKinsey провели анализ наиболее быстро растущих компаний США — так называемых «растущих тигров» — для изучения причин, способствовавших столь быстрому росту. Согласно определению исследователей, к «растущим тиграм» можно отнести те компании, которые на протяжении десяти лет до момента исследования демонстрировали темпы роста, в три раза превосходящие динамику роста индекса Standard & Poors 500. Среди выборки из более чем 1200 компаний лишь 97 компаний соответствовали данному критерию. Выявленные организации оказались крупными компаниями с оборотом от 130 млн до 12 млрд долларов (по данным на 1994 год). Далеко не все из них были высокотехнологическими компаниями: хотя доля IT-компаний составила 28% (Intel, Microsoft, Compaq, Sun Microsystems и др.), остальные компании представляли такие зрелые отрасли, как производство оборудования для производства, услуги в области бизнес- и финансового консультирования, торговли, дистрибуции, медицины и здравоохранения, моды и спорта и т.п. (Nike, Home Depot, Nautica, Medco и другие).

Таким образом, выборка позволяла сделать вывод, что высокие темпы роста компаний и высокая отдача от инвестиций были не обязательно следствием быстрого развития отраслей (как считалось до этого). Ключевым выводом данного исследования стала мысль о необходимости использования в основе стратегии корпоративного роста положительной обратной связи, которая и является *основным фактором роста доходности компаний-«тигров»*: «...каждая дополнительная установка системы Windows дает толчок к формированию... петель положительной обратной связи. Они, в свою очередь, побуждают пользователей активнее выбирать Windows. Каждый доллар, вложенный в организацию сбыта очередной копии этой программы, дает не обычную предельную прибыль, а гораздо больше. Рост числа инсталляций приводит к появлению ка-

[1] Там же.

Katalevsky_1.indd 117 28.03.2011 16:10:19

скадных эффектов от образования подобных петель, которые влекут за собой дальнейший рост объема продаж»[1].

Множество петель положительной обратной связи усиливает действие входящих в него петель и образует эффективный цикл. Специалисты McKinsey назвали подобную совокупность *циклом роста компании*. Ими впервые был выделен целый ряд факторов, которые способствуют формированию циклов роста, — так называемых «акселераторов роста». Акселератор роста представляет собой *цикл роста компании, сформированный одной или несколькими положительными петлями обратной связи, эксплуатирующими эффекты возрастающей отдачи*. Согласно классификации, разработанной специалистами McKinsey, наибольшее проявление акселераторов роста можно обнаружить в трех областях:

1) в области построения бизнес-сетей,
2) во время захвата рынка,
3) при усвоении опыта сотрудниками компании.

Так, в рамках акселератора роста *в области построения бизнес-сетей* можно выделить следующие факторы, способствующие ускоренному росту организации:

- *выпуск товаров-комплементариев* (способствуют росту продаж основного товара, тем самым увеличивая доходы компании-производителя);
- *сбыт и послепродажное обслуживание* (дилерские сети и хорошо организованное послепродажное обслуживание позволяют надежнее «привязать» к себе клиента);
- *развитие инфраструктуры* (например, использование сжиженного газа в качестве альтернативного топлива ограничивается неразвитостью сетей соответствующих заправок — вложения в развитие инфраструктуры будут способствовать росту популярности этого вида топлива);
- *эффект роста сети пользователей* — чем больше пользователей, тем выше альтернативные издержки по переключению на продукцию конкурентов и больше привлекательность для новых пользователей (примеры — ICQ, программа IP-телефонии Skype и другие).

К акселераторам роста *при захвате рынка* относят положительные петли обратной связи, которые способствуют увеличению объема производства и рыночной доли компании. К ним

[1] *Ачи З., Домэн Э., Сибони О., Синха Д., Витт С.* Парадокс быстрорастущих компаний // Вестник McKinsey. 2002. № 3. С. 44.

Katalevsky_1.indd 118 28.03.2011 16:10:19

можно отнести, например, снижение постоянных издержек, рыночный имидж и силу торговой марки (бренда компании), отбор персонала (принцип «лучшие хотят работать с лучшими») и т.п.

Наконец, важным акселератором роста является *накопление знаний и опыта* в организации. Как отмечалось McKinsey, особенно заметна роль кривой обучения на ранних стадиях развития компании. К эффекту накопления опыта относится стремление компаний получить представление как о своих клиентах, выявить их потребности, так и о процессах управления и организации бизнеса, которые позволят работать более эффективно. Здесь важно эффективное управление знаниями и компетенциями, и как следствие — выработка особой корпоративной культуры взаимодействия внутри организации и воспроизводства успешных приемов ведения бизнеса. Например, розничные ресторанные или торговые сети при расширении в другие регионы или страны стремятся открывать стандартные рестораны/магазины, воспроизводящие уже доказавшие свою эффективность приемы поведения и организации работы (McDonalds, IKEA, Sbarro). По мере роста и обучения новых сотрудников, одновременно происходит совершенствование бизнес-процессов и процедур.

Менеджеры компаний должны стремиться к управлению циклами роста компании — т.е. управлять ростом организации на базе эффектов позитивной обратной связи. Наибольший эффект достигается, когда управленцам удается создать эффективную комбинацию акселераторов роста (позитивных петель обратной связи), работа которых в дальнейшем позволит получить ощутимую синергию. Так, для сильного цикла роста необходимо *создать комбинацию из нескольких петель положительной обратной связи*. Поскольку каждая петля положительной обратной связи по своей природе является самоусиливающейся, объединенные петли многократно усиливают действие друг друга. Синергетическое действие петель обратной связи может привести к возникновению уже рассмотренных выше эффектов зависимости от предыдущей траектории развития и блокировки. Стратегии агрессивного роста во многом основываются на эксплуатации акселераторов роста и преимущества первопроходца.

Несмотря на то, что с точки зрения рынка и механизма свободной конкуренции эффекты возрастающей отдачи приносят скорее вред, чем пользу (поскольку способствуют появлению монополий со всеми вытекающими отсюда экономическими последствиями), с точки зрения управленцев «замыкание» пользователей на использование товаров/услуг/технологий

Katalevsky_1.indd 119 28.03.2011 16:10:19

их компаний представляется чрезвычайно привлекательным. Компании, сумевшие задействовать несколько акселераторов роста, получают значительное конкурентное преимущество и могут на протяжении многих лет успешно сохранять лидерство на рынке. Это позволяет компаниям существенно повысить барьеры на вход для новых конкурентов: например, в рассматривавшемся выше случае с компанией Microsoft произошедшая блокировка пользователей на использование операционной системы Windows в значительной степени ограничивает появление новых конкурентов Microsoft в этом сегменте рынка.

Исследование специалистов McKinsey имело важное значение для выявления причин успеха некоторых организаций и неудач других. Однако, по нашему мнению, данное исследование имело и ряд недочетов: в частности, исследователи не ставили целью подробно раскрыть механизм действия акселераторов роста, ограничиваясь зачастую лишь простым их перечислением. Механизм возрастающей доходности, эффектов зависимости от предыдущей траектории развития и замыкания/блокировки системы моделируется при использовании инструментария причинно-следственных диаграмм обратной связи. Причинно-следственные диаграммы позволяют с высокой точностью описать механизм реализации акселераторов роста, а также проанализировать эффекты зависимости от предыдущей траектории развития и блокировки.

Контрольные вопросы и задания

- *История конкурентной борьбы компаний Microsoft и Apple в 1980–1990-х гг. В чем причина победы Microsoft? Проиллюстрируйте на причинно-следственной диаграмме.*
- *Феноменальный успех Apple в 2000-х гг. — какие акселераторы роста использует компания?*
- *Понятие акселераторов роста компаний. Основные области формирования акселераторов роста* (*исследование McKinsey*).

📖 Более подробно прочитать об эффектах возрастающей отдачи можно в следующих публикациях:

Ачи З., Домэн Э., Сибони О., Синха Д., Витт С. Парадокс быстрорастущих компаний // Вестник McKinsey. 2002. № 3.

Артур Б. Возрастающая отдача и два мира бизнеса // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2005. Т. 3. № 4.

Вольчик В.В. Провалы экономической теории и зависимость от предшествующего пути развития // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2003. Т. 1. № 3. С. 41.

Katalevsky_1.indd 120 28.03.2011 16:10:19

Кастальди К., Доси Дж. Тиски истории и возможности для новизны: некоторые результаты и открытые вопросы, связанные с зависимостью от предыдущей траектории развития в экономических процессах // Экономический вестник Ростовского университета. 2005. Т. 3. № 2. С. 23–27.
Arthur W.B. Increasing Returns and Path Dependence in the Economy. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press, 1994.
David P.A. Clio an the Economics of QWERTY // American Economic Review. 1985. Vol. 5. № 2. P. 332–337.
Krugman P. Increasing Returns and Economic Geography // Journal of Political Economy. 1991. Vol. 99. P. 483–499.

3.4. Модель управления ростом компании

В данном разделе рассматривается обобщенная модель управления ростом компании на основе базовых акселераторов роста. Ниже перечислены основные наиболее распространенные акселераторы роста с описанием механизма их действия при помощи причинно-следственных диаграмм обратной связи. При подготовке раздела использовались материалы исследований специалистов по системно-динамическому моделированию, среди которых следует особо отметить работы Д. Моркрофта[1], Д. Линейса[2] и Дж. Стермана[3]. Модель управления ростом организации состоит из одиннадцати базовых акселераторов роста, каждый из которых кратко охарактеризован ниже.

Следует отметить, что акселераторов роста значительно больше. Более того, они могут варьироваться в зависимости от отрасли, в которой представлена организация, и, соответственно, иметь разную степень значимости для конкретной компании. В данной главе представлена лишь попытка систематизировать и рассмотреть *наиболее распространенные* акселераторы роста, свойственные многим организациям без учета отраслевой специфики.

3.4.1. Акселератор осведомленности о продукции

Существует несколько основных каналов коммуникации, из которых потенциальные потребители могут получить информацию о продукции компании: из рекламы и PR-активности,

[1] *Morecroft J.* The Feedback View of Business Policy and Strategy // System Dynamics Review. 1985. № 1.
[2] *Lyneis J.M.* System dynamics for business strategy: a phased approach // System Dynamics Review. 1999. Vol. 15. № 1. P. 37–70.
[3] *Sterman J.* Business Dynamics: Systems thinking and Modeling for complex world. McGraw Hill, 2000.

Katalevsky_1.indd 121 28.03.2011 16:10:20

посредством прямых продаж и от рекламы «из уст в уста» (положительные или отрицательные отзывы потребителей, уже столкнувшихся с продукцией компании, так называемое «сарафанное радио»).

Реклама (в СМИ, в Интернете, наружная реклама) является наиболее распространенным каналом коммуникации. В большинстве компаний рекламный бюджет растет пропорционально росту продаж компании. Рекламная активность позволяет получить следующие результаты (рис. 3.3):

1) больше потенциальных покупателей узнает о продукте;

2) чем эффективнее реклама, тем больше людей, узнавших о продукте, купит его.

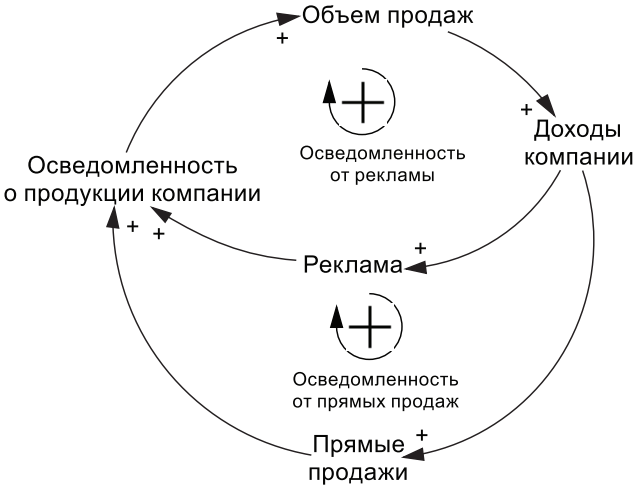


Рис. 3.3. Акселератор осведомленности о продукции: реклама и прямые продажи

Соответственно, чем больше доходы компании, тем больше денег выделяется на поддержку продаж и рекламную деятельность. Чем больше менеджеров по продажам работает в компании, чем выше их навыки и больше опыт, тем больше новых клиентов они могут привлечь, увеличивая осведомленность о продукции компании и тем самым способствуя росту объема ее продаж.

И хотя компания может контролировать свои затраты на рекламу и поддержку продаж, механизмы рекламы «из уст в уста» и восприятие компании средствами массовой информации в основном находятся за пределами ее непосредственного влияния. С ростом продаж при положительном опыте контак-

Katalevsky_1.indd 122 28.03.2011 16:10:20

тов у потребителей с продуктом компании многократно увеличивается эффект данного вида рекламы — растущее число пользователей продукта делится опытом с друзьями, родственниками и коллегами, запуская мощный механизм быстрого распространения информации. Как и реклама, эффект «сарафанного радио» способствует росту спроса на данную продукцию (рис. 3.4).

Интересный, яркий продукт с усовершенствованными или принципиально новыми потребительскими свойствами привлекает внимание СМИ, успешные PR-акции способствуют дальнейшей популяризации продукта и росту доли рынка у компании-производителя. Даже нехватка продукции на первоначальном этапе продаж и репортажи об этом в СМИ способствуют увеличению потребительского ажиотажа. Все это создает образ чрезвычайно востребованного, популярного продукта, который снова и снова привлекает внимание (рис. 3.4).

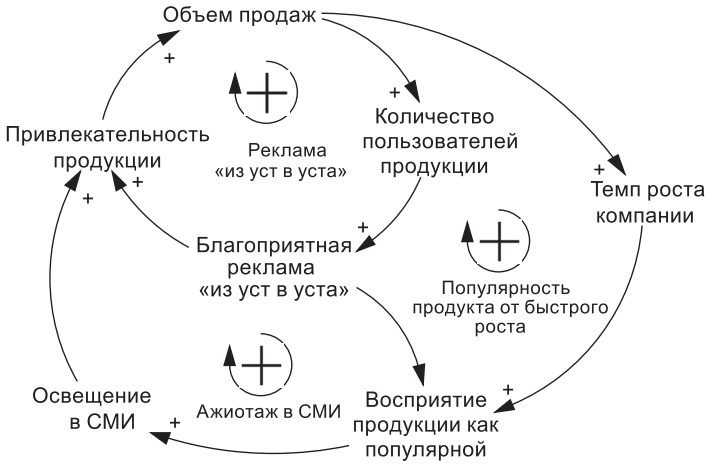


Рис. 3.4. Акселератор осведомленности о продукции: реклама «из уст в уста» и благоприятное освещение в СМИ

Показательным примером может служить вывод на рынок компанией Apple сотового телефона iPhone 3G в 2008 г., сопровождавшийся многочасовыми очередями поклонников телефона в магазинах. Некоторые потребители в стремлении приобрести телефон первыми проводили в очереди перед дверями магазина несколько суток, что сопровождалось широким освещением в СМИ. Как позже выяснилось, в некоторых странах роль таких людей играли специально приглашенные актеры, успешно создававшие эффект ажиотажного спроса на iPhone.

Katalevsky_1.indd 123 28.03.2011 16:10:20

Умение влиять на СМИ и каналы «сарафанного радио» становится мощным инструментом компании для продвижения собственной продукции и доминирования на рынке.

3.4.2. Акселераторы экономии на масштабе производства, экономии на масштабе деятельности, экономии за счет опыта

На рис. 3.5 изображены акселераторы роста, возникающие из эффектов экономии на масштабе производства, экономии на масштабе деятельности, экономии за счет опыта (кривой обучения), а также инноваций в производственный процесс.

Р. Грант отмечает, что «господство крупных корпораций в большинстве отраслей производства и сферы обслуживания обусловлено эффектом масштаба»[1]. Экономия на масштабе производства (эффект масштаба) представляет собой один из наиболее распространенных акселераторов роста, возникающий в тех случаях, когда увеличение объемов ресурсов, используемых в процессе производства, приводит к снижению себестоимости. Во многих отраслях стоимость производства на единицу продукции падает с ростом объемов выпускаемой продукции. При росте производства издержки растут медленнее, чем прибыль от возросшего оборота. Это справедливо как для переменных, так и для постоянных издержек. Например, многие товары требуют значительных усилий и инвестиций в процесс первоначальной разработки и изготовления опытного образца (прототипа) продукции — в частности, в биотехнологической и фармацевтической отраслях, в авиастроительной отрасли и производстве микрочипов и т.п. В некоторых отраслях, например в сфере IT-технологий, первичные затраты на разработку продукта могут достигать миллиардов долларов, тогда как последующие издержки по тиражированию продукта стремятся к нулю: по данным журнала The Economist, разработка операционной системы Windows Vista обошлась компании Microsoft в 6 млрд долларов и длилась около пяти лет, потребовав усилий более восьми тысяч программистов[2]. Однако с ростом объема продаж первоначальные издержки распределяются на большее количество произведенной продукции, тем самым снижая величину издержек на единицу продукции и способствуя ее удешевлению. Чем ниже цена, тем выше привлекательность продукции для потенциальных потребителей, что стимулирует дальнейший рост продаж (рис. 3.5).

[1] *Грант Р.* Современный стратегический анализ. СПб.: Питер, 2008. С. 255.

[2] Briefing Microsoft: peaks, valleys and vista // The Economist. 2007. January 20.

Katalevsky_1.indd 124 28.03.2011 16:10:20

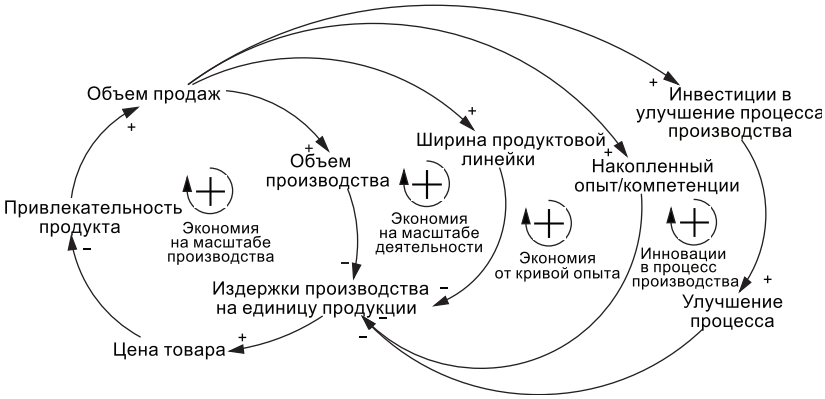


Рис. 3.5. Акселераторы экономии на масштабе производства, экономии на масштабе деятельности, экономии от кривой опыта, производственных инноваций

Организации, ставящие своей целью агрессивный рост и захват максимальной доли рынка за ограниченный период времени, могут сделать своей стратегией принцип минимизации издержек. В этом случае при конкурировании с другими компаниями они могут нести убытки на первоначальном этапе, однако если их стратегия оправдается и им удастся захватить большую долю рынка, постоянные издержки распределятся более равномерно, снижая стоимость разработки товара на единицу продукции и повышая его конкурентоспособность.

Другим эффектом, снижающим издержки, является *экономия на масштабе деятельности* (также известная как «экономия за счет широты сферы деятельности»), когда снижение издержек происходит благодаря использованию какого-либо ресурса сразу в нескольких видах деятельности, осуществляемых в сочетании друг с другом[1]. Данный эффект возникает, например, когда компания использует наработанные ноу-хау, технологии работы или производства применительно к нескольким продуктовым линейкам сразу (во второй части книги данный акселератор рассматривается более подробно на примере деятельности компании Microsoft). В отличие от экономии на масштабе производства, экономия за счет масштабов деятельности вызывает снижение издержек благодаря увеличению объема выпуска нескольких видов продукции, в том числе и за счет увеличения выпускаемой продуктовой линейки (рис. 3.5).

[1] *Грант Р.* Современный стратегический анализ. С. 449.

Katalevsky_1.indd 125 28.03.2011 16:10:20

Экономия за счет масштабов деятельности может проявляться:

- *по отношению к материальным ресурсам*, когда такие материальные ресурсы, как, например, сеть дистрибуции, системы информационных технологий, исследовательские лаборатории, устраняют дублирование деятельности различных направлений бизнеса посредством создания единого общего подразделения;
- *по отношению к нематериальным ресурсам*, когда бренды, репутация компании, наработанные ею технологии и ноу-хау позволяют добиться снижения издержек за счет способности переносить их с одной сферы деятельности в другую с минимальными предельными издержками: например, компания, уже имеющая сильный бренд, может расширить продуктовую линейку под именем этой же торговой марки, способствуя переносу лояльности потребителей на новый продукт;
- *по отношению к организационным способностям*, когда определенные компетенции организации одинаково прилагаются в разных подразделениях диверсифицированной компании (например, способности корпоративного управления в отношении различных филиалов и бизнесов крупной компании).

Экономия за счет опыта (кривая обучения) также способствует формированию позитивных петель обратной связи, которые снижают производственные издержки компании. Эффект от кривой обучения (известный как *кривая опыта*) был описан в различных отраслях — от авиапромышленности до отраслей высоких технологий[1]. Кривая обучения начинает действовать по мере наработки опыта специалистами компании — совершенствуются производственные технологии, происходит оптимизация управленческих процессов, снижается количество ошибок в работе, брака в производстве. Кривая обучения позволяет добиться 10–30% улучшений при каждом удвоении опыта — эффект, отмеченный во многих отраслях. Данный эффект также способствует удешевлению стоимости производства, снижая цены на продукцию компании, что приводит к повышению привлекательности ее товаров и услуг для потребителей, увеличивает объем продаж и долю рынка организации.

Некоторые авторы, например Джон Стерман, выделяют и такой специфический акселератор, как *улучшение процесса про-*

[1] *Teplitz C.* The Learning Curve Deskbook: A reference Guide to Theory, Calculations and Applications. New York: Quorum Books, 1991.

Katalevsky_1.indd 126 28.03.2011 16:10:20

изводства[1]. Чем крупнее компания, тем больше средств она может позволить себе вкладывать в оптимизацию процесса производства — новые исследования и разработку новых технологий, внедрение которых способствует снижению издержек. В частности, к таким инновациям специалисты относят внедрение систем контроля качества (Total Quality Management, TQM), которые увеличивают опыт и знания сотрудников компании, помогая находить дефекты производства и оптимизировать процессы. Некоторые компании, как, например, корпорация Toyota, внедрившая знаменитые кружки качества, или сеть гипермаркетов Wal-Mart, разработавшая и внедрившая уникальную систему логистики, стали всемирно известными благодаря непрерывным инновациям в развитии собственных компетенций и накопленной экспертизе.

3.4.3. Акселераторы сетевых экстерналий и комплементарных товаров

Ценность товара часто зависит от того, какое количество пользователей им пользуется (рис. 3.6), а также от наличия товаров-комплементариев, которые могут быть использованы вместе с ним. Сетевые эффекты и возможность использования товаров-комплементариев могут значительно увеличить привлекательность продукции компании. Примером в этой области может служить рост мировых продаж плееров iPod, который способствовал популярности специально созданного компанией Apple музыкального ресурса iTunes, который, в свою очередь, еще больше повлиял на популярность iPod, предоставив пользователям плееров возможность относительно недорогого скачивания музыки. Важной особенностью данных петель обратной связи является то, что лидер рынка, завоевавший наибольшую долю, «замыкает» ее на себе, поскольку товары, производимые компаниями-конкурентами, зачастую являются несовместимыми с продукцией лидера. Многочисленные «войны форматов» в среде высокотехнологичных товаров являются наглядным тому подтверждением. В этом случае акселератор установления стандартов может рассматриваться как частный случай акселератора комплементарных товаров. Это хорошо понимают гиганты технологического рынка — например, компания Sony активно пыталась конкурировать с картами памяти SD, продвигая свой формат карт памяти Memory Stick, который применяется на всех устройствах Sony.

[1] *Sterman J.* Business Dynamics: Systems thinking and Modeling for complex world. McGraw Hill, 2000.

Katalevsky_1.indd 127 28.03.2011 16:10:20

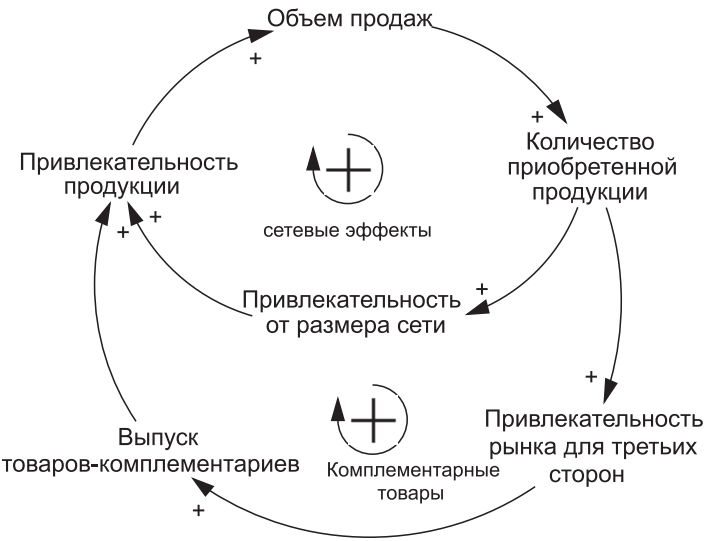


Рис. 3.6. Акселераторы сетевых экстерналий и комплементарных товаров

В настоящее время (2010 г.) разворачивается война операционных систем для мобильных телефонов между Google (Android) и Apple (iPhone OS). Победит в ней та операционная система, которую выберут как можно больше производителей мобильных телефонов и для которой будет предложено максимальное число приложений (что максимизирует привлекательность для пользователей). И хотя по количеству приложений пока лидирует Apple, систему Google Android использует большее количество производителей телефонов — Samsung, HTC, Motorola и др.

Так же как и в случае распределения фиксированных издержек, решение третьих сторон производить комплементарные товары диктуется их оценками потенциального объема рынка, долей на этом рынке искомого продукта и ожидаемой доходностью от инвестиций в производство комплементарных товаров. Управление этим фактором возможно разными путями, наиболее распространенный из них заключается в создании стратегических партнерств и альянсов с третьими сторонами и разработчиками, в рамках которых совместно разрабатываются и используются новые технологии. Также возможны горизонтальные и вертикальные интеграции, слияния и поглощения компаний, производящих комплементарные товары (например, компания Google покупает перспективный сервер обмена

Katalevsky_1.indd 128 28.03.2011 16:10:20

видео-контентом YouTube.com, чтобы предоставить улучшенные возможности поиска видеофайлов).

В компаниях, специализирующихся на разработке программного обеспечения, существует практика объявления о выводе на рынок нового продукта задолго до его фактического появления. Это делается с целью опередить потенциальных конкурентов и попытаться привлечь партнеров со стороны — разработчиков комплементарных программ. Если данный акселератор роста силен, то вероятность лидерства на рынке компании, которая его эксплуатирует, достаточно высока.

3.4.4. Акселератор дифференциации свойств продукта

Еще один важный акселератор роста на основе эффекта возрастающей отдачи возникает из возможности фирмы инвестировать в дифференциацию продуктовой линейки компании (отличается от *диверсификации продуктовой линейки*). Под дифференциацией продукта понимается *улучшение потребительских свойств товара*, направленное на выделение уникальных свойств продукта по сравнению с аналогичными предложениями конкурентов (совершенствование функциональности, дизайна, надежности товара и т.п.).

С ростом продаж и увеличением доходности компания получает возможность вкладывать больше денег в совершенствование продукта и повышение его привлекательности. Также компании могут больше инвестировать в послепродажное обслуживание товара, предлагать улучшенные условия гарантии и сервисного обслуживания в случае поломки и т.п. Такие меры зачастую способствуют повышению привлекательности товара в глазах конечных потребителей, заставляя делать выбор в его пользу при сравнении с менее привлекательными условиями конкурентов (рис. 3.7). Более функциональные и привлекательные с потребительской точки зрения продукты способствуют увеличению совокупного спроса. Также компании, которые предлагают товары, которые по качеству или потребительским свойствам заметно лучше своих конкурентов, могут брать за это определенную ценовую премию (премию за бренд компании), что увеличивает доходы фирмы, тем самым открывая возможность новых инвестиций в продуктовую дифференциацию.

Дж. Стерман приводит в пример опыт по дифференциации компании IBM[1]. В 60–70-х гг. прошлого столетия компания —

[1] *Sterman J.* Business Dynamics: Systems thinking and Modeling for complex world.

Katalevsky_1.indd 129 28.03.2011 16:10:20

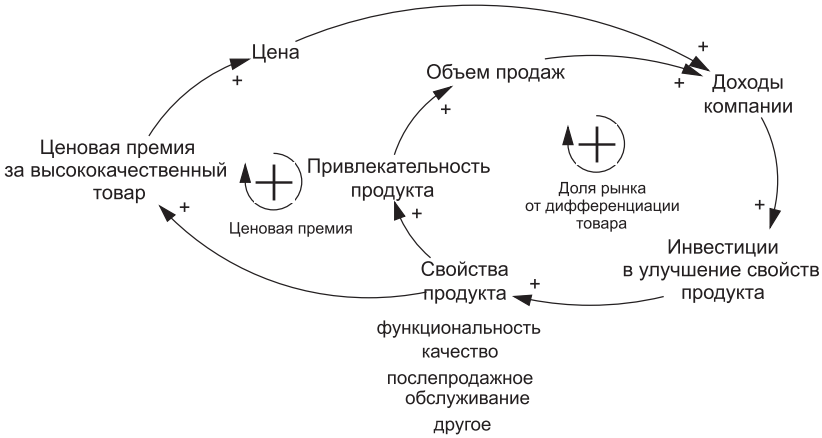


Рис. 3.7. Акселератор дифференциации свойств продукта

производитель компьютеров сфокусировала свою стратегию дифференциации на качестве и надежности предоставляемых услуг, сумев построить уникальную систему продаж и послепродажного обслуживания. Этот успех позволил IBM не только захватить самую большую долю рынка и значительно расширить рынок обработки информации того времени, но также брать наибольшую ценовую премию за свои услуги. IBM удавалось достаточно долго сохранять доминирующие позиции на рынке, вкладывая большие деньги в дальнейшее совершенствование своей продукции и системы обслуживания и одновременно выплачивая хорошие дивиденды своим акционерам. Лишь принципиальная стратегическая ошибка в 1980-х гг., когда компания «проглядела» нарождающийся рынок персональных компьютеров, привела к упадку с последующей кардинальной трансформацией бизнес-процессов.

3.4.5. Акселератор разработки новых продуктов

Разработка принципиально новых продуктов является ключевой стратегией роста для многих компаний. Чем выше прибыль компании, тем более масштабными и успешными могут быть усилия компании по разработке и выводу на рынок новых продуктов, создающих новый спрос, увеличивающих доходы и привлекающих дополнительные инвестиции в разработку еще большего количества новинок (рис. 3.8). Кроме того, компании, которые первыми выводят на рынок новые

Katalevsky_1.indd 130 28.03.2011 16:10:21

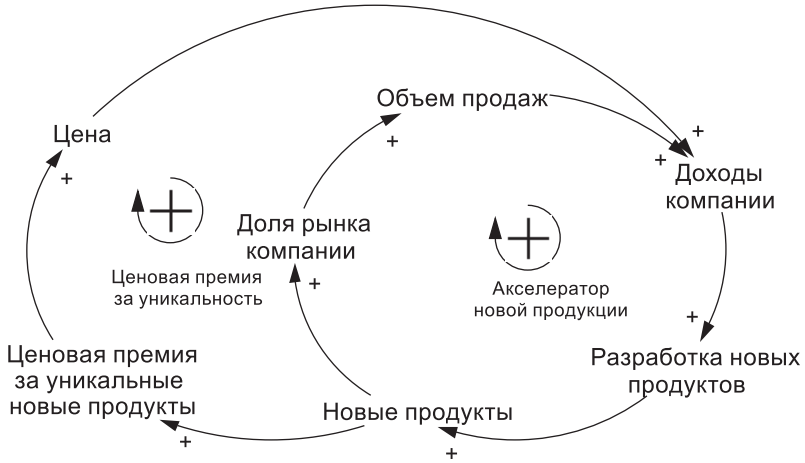


Рис. 3.8. Акселератор разработки новых продуктов

продукты, могут взимать ценовую премию до момента появления конкурентов и насыщения рынка. Более высокие цены способствуют формированию дополнительной доходности, которая может быть потрачена на увеличение дальнейшего отрыва от конкурентов.

Примером может служить интерактивный компьютер TouchWall от компании Microsoft, анонсированный в 2008 г. Новая продукция Microsoft представляет собой принципиально новую разновидность компьютеризированной поверхности, позволяющую пользователю управлять цифровыми данными без использования таких традиционных манипуляторов ввода, как мышь и клавиатура.

Сила воздействия петель положительной обратной связи данного акселератора роста определяется способностью организации защищать свои новые продукты от подделок и подражания. Например, патенты и другие механизмы защиты авторского права могут играть чрезвычайно значимую роль в конкурентной борьбе — особенно это характерно для отраслей высоких технологий.

3.4.6. Акселератор «рыночной власти»

Чем крупнее компания, тем больше у нее контрагентов — работников, потребителей, поставщиков и т.д. Возникающий монополизм помогает компании снижать ее собственные издержки производства, предлагая товар на рынке по более при-

Katalevsky_1.indd 131 28.03.2011 16:10:21

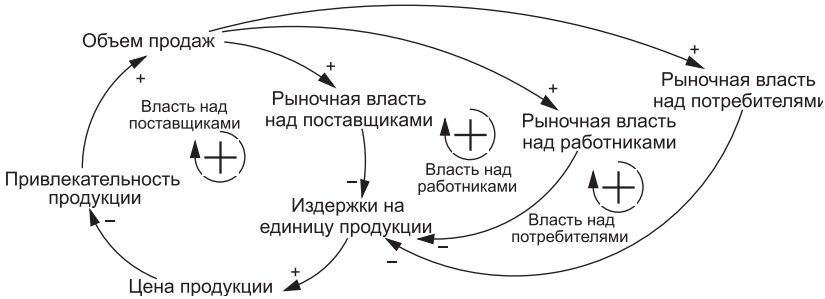


Рис. 3.9. Акселератор «рыночной власти»: над поставщиками, работниками, потребителями

влекательной цене. Это ведет к увеличению привлекательности ее продукции для конечных потребителей, росту доли этой компании на рынке и соответственному росту продаж, что в итоге опять же приводит к росту рыночной власти компании над некоторыми своими контрагентами, например поставщиками, работниками, потребителями (рис. 3.9).

Преимущества монопольного положения для компании заключаются не только в снижении издержек на единицу продукции. Поставщики готовы предоставлять особые скидки для компаний с большим оборотом, удлинить время платежей или предоставить другие преференции, которые недоступны небольшим компаниям, вынужденным конкурировать с гигантами. Так, данные позитивные петли обратной связи с успехом эксплуатируют многие торговые компании, которые, пользуясь большими объемами продаж, могут эффективно влиять на поставщиков («Ашан», «Пятерочка», IKEA, «Эльдорадо» и другие российские лидеры розничной торговли). Крупные фирмы-производители также извлекают выгоду из собственной рыночной власти над дистрибуторами — например, они могут требовать расположения своих товаров на лучших местах на полках ритейлеров.

Крупные компании могут реализовывать рыночную власть посредством четырех механизмов:

- временного снижения цены с целью вытеснения конкурентов;
- создания пулов (распространение своей монополии с одного рынка на другой путем объединения нескольких товаров в один пакет);
- встречных покупок (при совершении закупок компания отдает предпочтение тем организациям, которые являются

Katalevsky_1.indd 132 28.03.2011 16:10:21

лояльными покупателями продукции остальных бизнесов конгломерата);
- взаимного сдерживания — избегания жесткой конкуренции между собой на олигополистических рынках[1].

3.4.7. Акселератор слияний и поглощений

Рост компании может происходить за счет поглощения конкурирующих компаний (горизонтальная экспансия) и фирм-поставщиков (вертикальная интеграция). Чем крупнее компания, тем больший капитал она может аккумулировать для проведения слияний и поглощений. Дополнительный доход может быть извлечен из монопольного положения на рынке, что позволит компании осуществлять дальнейший цикл поглощений (рис. 3.10). Таким же образом, если вертикальная интеграция позволяет компании снизить издержки, то позитивный эффект от этого будет способствовать дальнейшему росту компании. Поглощения также способствуют возникновению и усилению эффектов экономии на масштабе и экономии на охвате.

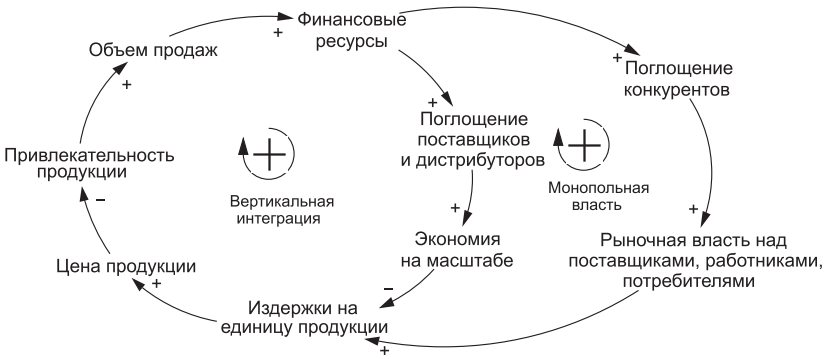


Рис. 3.10. Акселератор слияний и поглощений

Многие компании весьма успешно осуществляют свою стратегию роста на основе стратегии слияний и поглощений. Однако следует помнить, что данная стратегия несет в себе также и потенциальную опасность, если компания слишком агрессивно наращивает долговую нагрузку для осуществления поглощений или же избыточно переплачивает за поглощаемую компанию.

[1] *Грант Р.* Современный стратегический анализ. СПб.: Питер, 2008.

Katalevsky_1.indd 133 28.03.2011 16:10:21

3.4.8. Акселератор квалифицированных кадров

Способность компании производить товары и оказывать услуги высокого качества зависит от способностей, профессионализма, опыта, образования, мотивации и лояльности сотрудников. Чем большую прибыль получает компания, тем больше возможностей у нее нанимать лучших специалистов и профессионалов своего дела, отбирать наиболее профессиональных и талантливых выпускников лучших университетов, вкладывать средства в развитие и профессиональное совершенствование своих работников (рис. 3.11). Чем быстрее растет компания, тем лучшие карьерные перспективы открываются перед ее сотрудниками и тем больше количество потенциальных кандидатов, желающих к ней присоединиться.

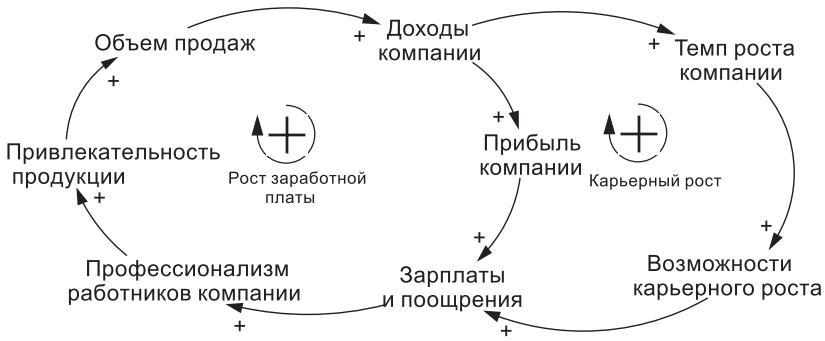


Рис. 3.11. Акселератор квалифицированных кадров

Данный акселератор в высокой степени характерен для консалтинговых, юридических, рекламных компаний, инвестиционных банков и других организаций сферы услуг, деятельность которых напрямую связана с предоставлением услуг и где человеческий фактор особенно важен.

* * *

Все вышеперечисленные акселераторы роста играют важную роль в стратегическом управлении компанией. Как уже отмечалось выше, наибольший эффект достигается, когда менеджерам удается создать эффективную *комбинацию акселераторов роста*, действие которых в дальнейшем позволит получить ощутимую *синергию*. Для сильного цикла роста необходимо *создать комбинацию из нескольких петель положительной обратной связи, эксплуатирующих экономические эффекты возрастающей отдачи*. Поскольку каждая петля положительной обратной связи по

Katalevsky_1.indd 134 28.03.2011 16:10:21

своей природе является самовоспроизводящейся, объединенные, они многократно усиливают действие друг друга.

По мере накопления потенциала до определенной критической массы действие акселераторов роста может быть не очень заметно, однако в какой-то момент происходит качественное изменение — и начинается быстрое развитие. Компании, сумевшие создать положительные циклы роста, существенно *повышают барьеры для входа на отраслевой рынок для конкурентов*: для того чтобы ослабить лидера отрасли, который развивается на основе эксплуатации нескольких акселераторов роста, конкурентам придется сражаться с ним одновременно по нескольким направлениям. Так, в случае с Microsoft эффективно конкурировать с ее программными продуктами чрезвычайно сложно: потенциальным конкурентам будет необходимо не только создать высокотехнологичный продукт, но и сформировать сеть лояльных пользователей, которые захотят на него переключиться, а также постоянно вкладывать огромные средства как в наукоемкие исследования, так и в рекламу и маркетинг своей продукции. Помимо этого им придется постоянно испытывать сильное давление внешней среды, будучи вынужденными развиваться в рамках быстро меняющейся инфраструктуры рынка.

Однако рост не может продолжаться бесконечно долго. Со временем в действие будут вступать балансирующие петли обратной связи, которые нейтрализуют процессы роста. Некоторые из них уже стали проявляться в 1990-х гг.: например, опасаясь возможности полного доминирования компании на рынке, несколько конкурентов Microsoft объединились для продвижения платформы Java. Растет конкуренция одному из наиболее популярных продуктов Microsoft — операционной системе Windows — со стороны Linux. В открытом доступе появляется все больше программ, по функциям сходных с Microsoft Office, и т.д.

Не все позитивные петли обратной связи, способствующие росту компании, совместимы друг с другом. Например, стратегия дифференциации товара от конкурентов (инвестирование в развитие его полезных свойств, создание бренда и взимание за это соответствующей ценовой премии) входит в конфликт со стратегией лидерства по цене и захвата максимальной доли рынка при помощи лидерства по издержкам и низкой стоимости продукта. Многие успешные компании пострадали потому, что не смогли вовремя распознать изменение влияния позитивных петель и, соответственно, скорректировать свою стратегию.

Katalevsky_1.indd 135 28.03.2011 16:10:21

Например, стратегия компании Sony, основанная на максимизации полезных свойств своих продуктов и постоянном внедрении инноваций, стремится предложить потребителю продукцию наилучшего качества, взимая соответствующую ценовую премию (премию «за бренд»). Как отмечает Джон Стерман, стратегия Sony хорошо работала на рынках с утвердившимися стандартами (телевизоры, стереосистемы, кассетные магнитофоны и плееры), но была неэффективной на рынках, где в популярности продукта ключевую роль играли сетевые эффекты и эффекты от производства комплементарных товаров, а не традиционные для компании репутация, функциональность и качество продукции[1].

Хрестоматийным примером является неудача Sony в продвижении собственного формата видеокассет Betamax и проигрыш стандарту VHS, продвигаемому консорциумом Matsushita-JVC. Несмотря на то, что Sony выпустила Betamax в 1975 г., почти на полтора года раньше конкурентов, она проиграла в борьбе за потребителя. Хотя на первоначальном этапе стоимость и функциональность видеомагнитофонов Sony и JVC была приблизительно одинаковой, использование видеомагнитофонов Sony было возможно только при использовании видеокассет определенного формата, несовместимого с VHS. При распространении формата VHS потребители делали выбор не в пользу Betamax. Уже к концу 1970-х гг. стандарт VHS имел долю рынка гораздо большую, чем Betamax. А в 1988 г. победа VHS стала полной и окончательной: Sony отказалась от производства технологии Betamax и перешла на утвердившийся формат VHS.

При разработке организационной стратегии менеджерам следует тщательно проанализировать, какими позитивными петлями управляется рост компании, и соответствующим образом учесть это в планах развития. Рост, основанный на эксплуатации положительных петель обратной связи, должен быть сбалансированным и непротиворечивым: влияние одних петель должно усиливаться действием других, а не наоборот. Необходимо также учесть возможности компании и ее ресурсную базу: достаточно ли ресурсов, чтобы задействовать необходимые положительные петли; как следует оптимизировать ресурсную базу, чтобы получить максимальный эффект. При продуманной реализации стратегии компании на основе действия положительной обратной связи можно получить существенную синергию.

[1] *Sterman J.* Business Dynamics: Systems thinking and Modeling for complex world. P. 359–364.

Katalevsky_1.indd 136 28.03.2011 16:10:21

* * *

В данной главе мы рассмотрели область применения причинно-следственных диаграмм к управлению организацией, а точнее — к разработке стратегии организации. Причинно-следственные диаграммы могут оказать огромную помощь менеджменту при разработке стратегии, особенно в случае, если процесс построения диаграмм, о котором уже упоминалось в Главе 1, организован правильным образом и удается учесть мнение большинства менеджеров / экспертов компании.

Однако построение причинно-следственных диаграмм, к сожалению, не дает возможности получить точный прогноз развития ситуации или же, например, проанализировать сценарии поведения системы при изменении определенных ее параметров. Для этого необходимо сделать следующий шаг — построить имитационную модель.

Контрольные вопросы и задания

- *Перечислите наиболее распространенные акселераторы роста компании. Приведите причинно-следственные диаграммы любых двух акселераторов.*
- *Можно ли выделить акселераторы роста, специфичные для определенных отраслей экономики (сектор информационных технологий, ритейла, фармацевтики и т.п.)? Приведите примеры.*

Дополнительная литература

Каталевский Д.Ю. Управление ростом организации на основе системно-динамического подхода // Вестник Московского университета. Сер. 21. Управление (государство и общество). 2007. № 4.

Sterman J.D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill Companies, 2000.

Morecroft J. The Feedback View of Business Policy and Strategy // System Dynamics Review. 1985. № 1.

Lyneis J.M. System Dynamics for Business Strategy: a phased approach // System Dynamics Review. 1999. Vol. 15. № 1. P. 37–70.

Глава 4

ОТ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ ДИАГРАММ К ИМИТАЦИОННЫМ МОДЕЛЯМ

Системно-динамические модели делятся на качественные и количественные. Качественные модели в системной динамике представлены причинно-следственными диаграммами, речь о которых шла выше. При переходе к количественными моделям «язык» системной динамики меняется — от причинно-следственных диаграмм мы переходим к концепции «потоков» и «накопителей».

4.1. От причинно-следственных диаграмм — к потоковым

Что такое «потоки» и «накопители» и зачем они нужны? «Потоки» представляют собой темп изменения состояния системы, некий процесс во времени, тогда как «накопители» — состояние системы, своеобразный «резервуар», «емкость», которая накапливает определенный материальный или нематериальный фактор с течением времени. Ключевым постулатом в системной динамике является утверждение о том, что *система диктует поведение*. Это утверждение имеет фундаментальное значение и подразумевает, что *структура системы определяет то, какой тип поведения будет характерен для нее во времени*. В предыдущей модели подробно рассматривалось, что разная структура систем диктует разное поведение: это будет либо экспоненциальный рост, если система состоит из позитивных петель обратной связи, либо осцилляция, если в системе присутствует эффект запаздывания, или же превышение и коллапс и т.д.

Причинно-следственные диаграммы помогают наглядно представить, каким образом устроены системы. К их очевидным плюсам следует также отнести возможность построения общего видения проблемы — что зачастую имеет принципиальное значение в искусстве управления, когда топ-менеджмент компании порой имеет диаметрально противоположеные взгляды на будущее развитие. Однако, несмотря на простоту восприятия и известное изящество, причинно-следственные диаграммы остаются всего лишь *качественным* инструментом анализа. Построение даже самой точной такой диаграммы не позволит предсказать, каким будет поведение системы (т.е. как будет ве-

Katalevsky_1.indd 138 28.03.2011 16:10:21

сти себя кривая на графике с течением времени — будет ли это экспоненциальный рост, осцилляция, превышение и коллапс и т.п.). Следовательно, возможности причинно-следственных диаграмм довольно ограниченны.

Представить систему количественно помогает концепция «потоков» (flows) и «накопителей» (stocks). Согласно системной динамике, динамическое поведение системы, — т.е. изменение системы во времени,— возникает вследствие принципа аккумуляции. Согласно принципу аккумуляции, динамическое поведение возникает, когда «потоки» аккумулируются в «накопителях». Примером служит схема, изображенная на рис. 4.1.

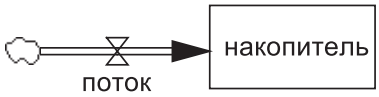


Рис. 4.1. Простейшая схема потоков и накопителей

Диаграмма «потоков» и «накопителей» (потоковая диаграмма) представляет собой альтернативу причинно-следственным диаграммам, поскольку только они позволяют смоделировать систему количественно и просчитать итоговый результат. «Стоки» изображаются прямоугольниками, которые символизируют своеобразные «контейнеры», резервуары. «Потоки» подразделяются на два вида: потоки входящие и исходящие; названия говорят сами за себя. Потоки изображаются как двойные линии со стрелкой, указывающей их направление. Своеобразное «облачко» на рис. 4.1 представляет собой границы моделируемой системы — оно символизирует начало или конец потока, в зависимости от ситуации.

Несмотря на кажущуюся сложность восприятия систем в виде потоков и накопителей, в реальности все довольно просто. Проиллюстрируем вышесказанное на примере. Наиболее простой формой восприятия потоковой диаграммы является пример с «ванночкой», которым пользовался для иллюстрации своей теории еще Джей Форрестер.

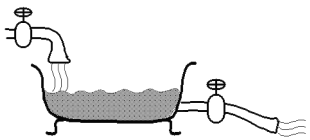


Рис. 4.2. Метафора схемы потоков и накопителей

Сколько воды находится в ванночке? Запас воды в ванночке складывается из того, сколько воды в ней было в начальный

Katalevsky_1.indd 139 28.03.2011 16:10:21

момент, сколько прибыло (через открытый краник) и сколько вытекло (через трубу). Соответственно, рис. 4.2 легко представить в виде потоковой диаграммы (рис. 4.3) или в общем виде (рис. 4.4).

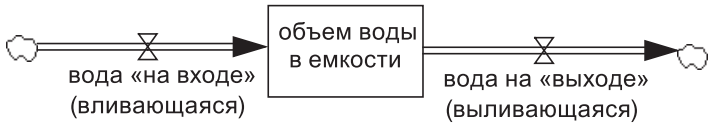


Рис. 4.3. Потоковая диаграмма

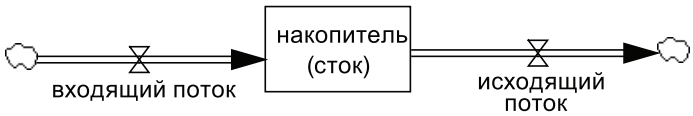


Рис. 4.4. Потоковая диаграмма в обобщенном виде

Зная скорость вливания воды, которую можно измерить в литрах в минуту, скорость выливания воды (также измеряемую в литрах в минуту), а также зная начальное количество воды в ванночке, легко просчитать, сколько воды будет в ванночке через 5, 10, 15, 30 минут и т.д. Следовательно, мы можем получить представление о поведении системы в целом за определенный промежуток времени.

Соответственно, концепцию потоков можно применить к любому явлению из области управления — на рис. 4.5 представлено лишь несколько возможных примеров.

Потоковые диаграммы могут быть разного уровня сложности. Простейшая потоковая структура персонала в организации представлена на рис. 4.6.

При моделировании потоков и накопителей необходимо придерживаться нескольких правил:

- потоки всегда выражаются *в единицах размерности модели* (человек, рублей, литров, метров, килограмм и т.п.) *за единицу времени* (минуту, час, день, месяц, квартал, год и т.п.);
- накопители всегда выражаются *в единицах модели*;
- единицы измерения потоков на входе и потоков на выходе всегда *совпадают* (т.е. если в модели входящий поток измеряется в единицах «человек в год», то и на выходе поток должен измеряться количеством человек за год, но никак не за месяц, квартал и т.п.).

Простым примером может служить потоковая динамика из-
 менения клиентской базы в организации (рис. 4.7). Предполо-

Katalevsky_1.indd 140 28.03.2011 16:10:21

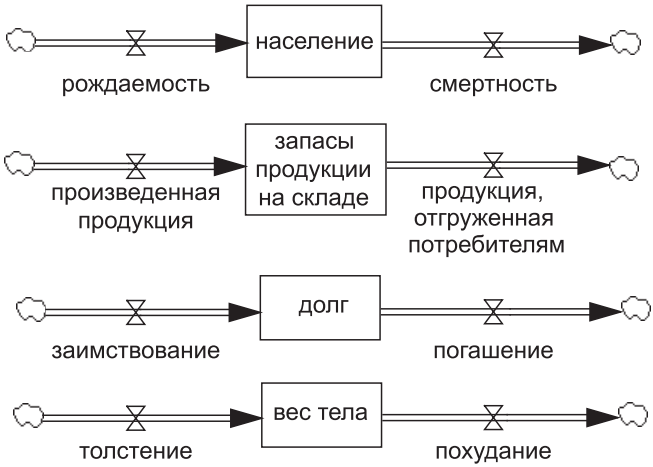


Рис. 4.5. Некоторые примеры простейших потоковых диаграмм

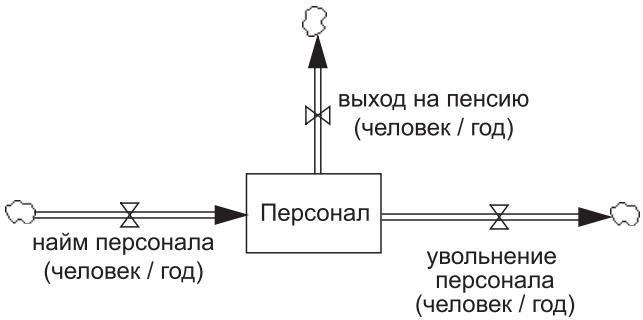


Рис. 4.6. Простейшая потоковая диаграмма динамики персонала в организациях

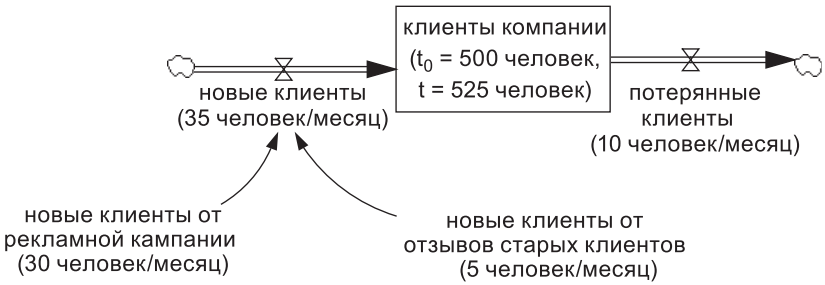


Рис. 4.7. Потоковая динамика изменения клиентской базы в организации

Katalevsky_1.indd 141 28.03.2011 16:10:22

жим, что клиентская база компании пополняется посредством новых клиентов от недавно проведенной рекламной кампании (30 человек в месяц) плюс какая-то доля новых клиентов приходит по позитивным отзывам уже существующих клиентов (5 человек в месяц). Ежемесячно от компании в силу разных причин к конкурентам уходит примерно 10 клиентов. На начальный момент t_0 в клиентской базе компании насчитывалось 500 человек. Сколько человек будет числиться в клиентской базе компании через месяц?

Всего новых клиентов (за месяц) = **новые клиенты от рекламной кампании** (в среднем за месяц) + **новые клиенты от позитивных отзывов старых клиентов** (в среднем за месяц)

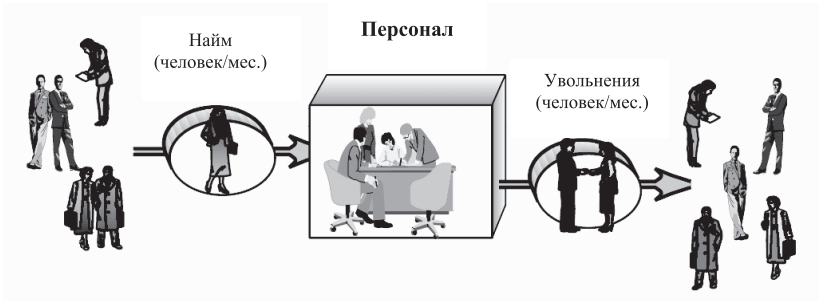
....+ 30 клиентов/месяц + 5 клиентов/месяц = + 35 клиентов/месяц

Соответственно, накопитель «клиентская база» изменится следующим образом:

Клиентская база (на конец месяца) = **клиентская база** (на начало месяца) + **клиенты новые/потерянные** (в течение месяца)

... 500 + 35 — 10 = 525 человек

При помощи потоковой диаграммы можно наглядно представить концепцию текучести кадров в организации:



Источник: *Warren K.* Strategic Management Dynamics. John Wiley & Sons, 2008. P. 125.

Рис. 4.8. Иллюстрация концепции текучести кадров в организации

Katalevsky_1.indd 142 28.03.2011 16:10:22

В теории накопители-стоки могут иметь любое количество потоков на входе и на выходе. Однако на практике редко используется более 4–6 потоков на входе и выходе *одновременно*. Принцип аккумулирования работает независимо от количества потоков на входе и выходе: все входящие потоки суммируются, все исходящие потоки суммируются и вычитаются из входящих.

Несмотря на очевидную простоту, начинающие исследователи в системной динамике часто путают потоки и накопители. Например, если рассматривать проблему государственного долга, то переменная «государственный долг» представляет собой «накопитель», тогда как «дефицит бюджета» — это поток, ежегодно увеличивающий государственный долг. На практике моделирование с помощью потоковых диаграмм позволяет представить себе структуру и поведение системы более наглядно, чем причинно-следственные диаграммы.

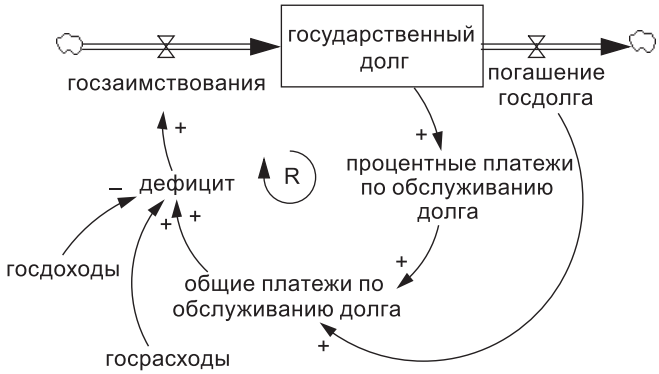


Рис. 4.9. Потоковая диаграмма государственного долга

Государственный долг растет вследствие госзаимствований (поток «госзаимствования») и погашается с помощью выплат по госдолгу (поток «погашение госдолга»). Величина госдолга влияет на переменную «процентные платежи по обслуживанию госдолга» — чем больше долг, тем больше платежи по обслуживанию (при одинаковой ставке, например, в 10% процентные платежи с долга в 100 рублей составят 10 рублей, а с долга в 100 000 рублей — 10 тысяч). Общие платежи по обслуживанию долга складываются из (1) процентных платежей и (2) платежей по погашению тела долга. Чем выше общие платежи по обслуживанию долга, тем выше дефицит бюджета, который рассчитывается следующим образом:

Katalevsky_1.indd 143 28.03.2011 16:10:22

Дефицит = госдоходы — (госрасходы + общие платежи по обслуживанию долга)

Даже при допущении, что госрасходы постоянны и не меняются, рост нагрузки по обслуживанию госдолга будет вновь и вновь вызывать дефицит, для покрытия которого потребуются новые госзаимствования, что в итоге вновь приводит к росту долга. Несложно догадаться, что график изменения объема накопленного долга будет описываться диаграммой экспоненциального роста.

Из выступления Бена Бернанке, председателя ФРС США, перед Сенатом 28 февраля 2007 г.:

«...Сценарии, которые выглядят наиболее вероятными при отсутствии изменений в фискальной политике, предполагают рост бюджетного дефицита и увеличение размера государственного долга до беспрецедентных уровней... Самый тревожный аспект этой ситуации касается эволюции национального долга и связанных с ним процентных выплат держателям правительственных облигаций... Федеральный долг увеличивается каждый год на величину бюджетного дефицита в данном году. Как следствие, сценарии, предполагающие большие дефициты, предполагают и быстрый рост правительственного долга. Увеличение долга, в свою очередь, ведет к увеличению расходов на процентные выплаты держателям облигаций, что еще больше обостряет проблему дефицита. Таким образом, получается порочный круг, в котором большие дефициты ведут к быстрому росту долга и процентных выплат, которые увеличивают последующий дефицит... В конце концов, этот рост долга вызовет финансовый кризис...»

Несмотря на кажущуюся простоту явления, потоковая диаграмма имеет четкое математическое обоснование. «Накопители» (стоки) аккумулируют («интегрируют») потоки; потоки (и только потоки!) обеспечивают изменение «накопителей». Таким образом, представленная на рис. 4.4 структура имеет следующее математическое обоснование:

$$\textbf{Накопитель (t)} = \int \textbf{[Входящий поток (s) — Исходящий поток] (ds) + Накопитель } (t_0),$$

- где «Входящий поток» представляет собой количество входящего потока за период s, продолжающийся с момента t_0 до момента t;
- «Исходящий поток» представляет собой количество исходящего потока за период s, продолжающийся с момента t_0 до момента t.

Упрощенно это можно записать следующим образом:

Katalevsky_1.indd 144 28.03.2011 16:10:22

Накопитель = ∫ (Входящий поток — Исходящий поток),
Накопитель (t_0)[1]

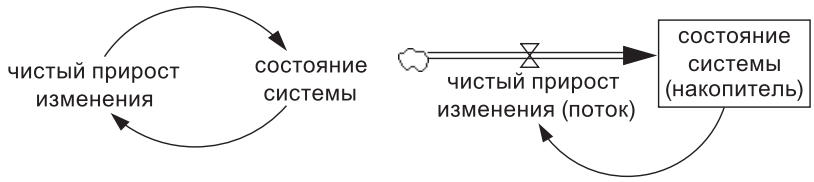
Соответственно, то же самое можно записать, пользуясь дифференциальными уравнениями:

d(Накопитель)/dt = чистое изменение в накопителе =
= Входящий поток — Исходящий поток

Следует обратить внимание на то, что все три формулы, приведенные выше, и рис. 4.4 абсолютно идентичны: они описывают одно и то же явление.

Разобравшись в концепции потоковых диаграмм, важно представить себе, что ***поведение системы возникает из обратной связи, которая поступает от накопителя*** (***состояния системы***) ***к потокам, изменяющим состояние системы*** (***накопитель***).

На рис. 4.10 показано сравнение причинно-следственной и потоковой диаграмм. Причинно-следственная диаграмма представляет собой неполное изображение системы, тогда как потоковая диаграмма дает все необходимое для количественного моделирования.



Накопитель = ∫ (Чистый прирост изменения,
Состояние системы t_0)

Чистый прирост изменения = *f* (состояние системы)

Рис. 4.10. Истоки поведения систем — в обратной связи от состояния систем

Сложные системы, например, представлены группой стоков-накопителей с их потоками на входе и выходе и влиянием независимых переменных и констант. Общая схема такого рода системы может выглядеть следующим образом.

Накопители *всегда* изменяются только посредством потоков на входе и потоков на выходе. Один накопитель может вли-

[1] Так, например, в краткой форме формулирует описываемые явления Джон Стерман (John Sterman) в своей книге Business Dynamics (2000).

Katalevsky_1.indd 145 28.03.2011 16:10:22

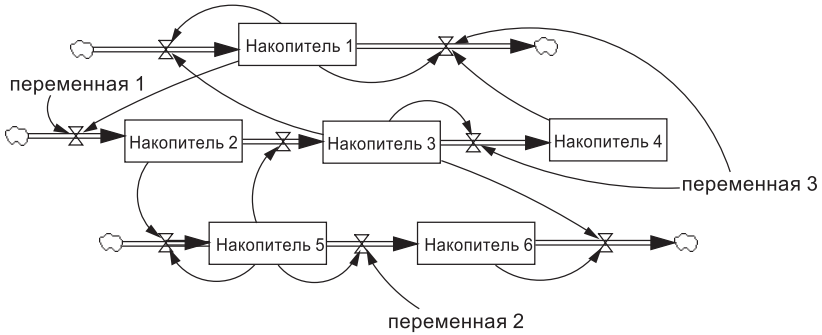
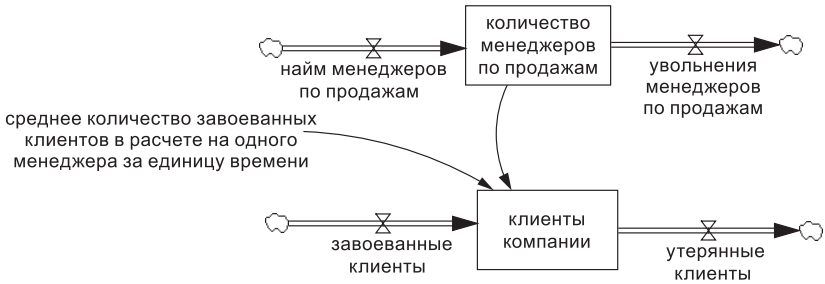
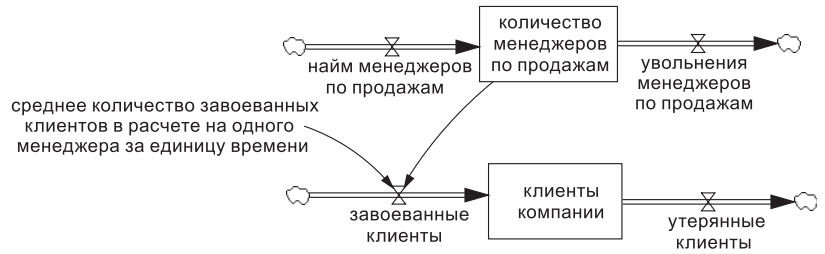


Рис. 4.11. Пример общей схемы структуры системы с несколькими взаимовлияющими переменными, потоками и накопителями

ять на другой накопитель не напрямую, а только посредством влияния на его потоки. Это правило иллюстрирует рис. 4.12.



А) некорректный вариант (сравнить с Б)



Б) корректный вариант

Рис. 4.12. Накопители изменяются только посредством потоков

Предположим, в компании N менеджеры по продажам стремятся завоевать новых покупателей. Количество менеджеров по продажам определяется тем, сколько менеджеров было в компании на начальный момент t_0, *плюс* все менеджеры, на-

Katalevsky_1.indd 146 28.03.2011 16:10:22

нятые за исследуемый период t, *минус* все менеджеры, уволившиеся за это же время. Сколько клиентов будет у компании в момент t? Клиенты компании определяются как клиенты компании в момент t_0 (т.е. уже существовавшие к этому времени) *плюс* все завоеванные клиенты за период $t - t_0$ *минус* все потерянные клиенты за это же время. Соответственно, зная среднее количество клиентов, завоеванных одним менеджером за единицу времени, получим общее количество всех клиентов, завоеванных за период $t - t_0$:

[количество менеджеров за период $t - t_0$] × [среднее количество завоеванных клиентов в расчете на одного менеджера]

Только таким образом один накопитель может влиять на другой — изменяя его входящие/исходящие потоки. Если это правило соблюдается, моделирование будет корректным и логичным. Ниже представлен пример построения имитационной модели на примере распространения инноваций — вывода на рынок нового продукта, распространения инновации, диффузии новой технологии и т.п. Несмотря на различные объекты приложения, базовая структура модели и ее поведение являются примерно одинаковыми.

Контрольные вопросы и задания

- *Каковы основные принципы формирования потоковых диаграмм?*
- *В чем отличие потоковых диаграмм от причинно-следственных? Приведите примеры.*

Дополнительная литература

Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: конспект лекций. М.: ГУУ, 2005.

Sterman J.D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill Companies, 2000.

Sterman J.D. All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. J.W. Forrester Prize Lecture // System Dynamics Review. 2002. Vol. 18. № 4. P. 501–531.

4.2. Имитационное моделирование распространения инноваций

Диффузия и распространение новых продуктов зачастую повторяет S-образный рост. Из Главы 2 нам известно, что подобный рост вызывается комбинацией двух петель обратной связи — на начальном этапе ведущую роль играет положительная

Katalevsky_1.indd 147 28.03.2011 16:10:22

петля обратной связи, которая способствует возникновению экспоненциального роста. Однако позже «инициатива» переходит к балансирующей петле обратной связи, и рост плавно замедляется. Рассмотрим этот механизм действия на примере модели Фрэнка Басса (далее — модель Басса), которая описывает распространение новых технологий/продуктов и т.п.

Задумаемся над причинами распространения новой продукции на рынке. Как это происходит? Что еще помимо рекламы влияет на распространение новой продукции? Очевидно, что мощнейшим двигателем этого процесса является «сарафанное радио» — механизм рекламы «из уст в уста». Люди пробуют новинку и рассказывают о ней друзьям. Чем больше друзей узнает, тем большее их количество захочет купить новый продукт. Соответственно, процесс начинает расти экспоненциально.

Однако для того, чтобы разработать модель, необходимо представить логически ее структуру, а потом сформулировать необходимые уравнения. Представим себе город N, в котором намечена презентация продукта и его первичное распространение. Все население города можно условно подразделить на две категории — *Потенциальных клиентов* компании (не имеющих товара) и собственно *Клиентов* (тех, кто приобрел товар). Соответственно, потенциальные клиенты с течением времени рано или поздно переходят в категорию «клиентов», покупающих товар. Графически это изображено на рис. 4.13.

Рис. 4.13. Схема перехода «потенциальных клиентов» в категорию «клиентов»

Таким образом, мы видим, что *Потенциальные клиенты* превращаются в *Клиентов* путем совершения покупок с некоторой скоростью — темпом покупок. Переменные *Потенциальные клиенты* и *Клиенты* являются стоками-накопителями и выражаются в единицах «человек», а переменная *Темп покупок* представляет собой поток и выражается в единицах «человек в неделю» (можно выбрать любое временное измерение, удобное для моделирования: человек в день, в месяц, в квартал, полугодие или год; в данном случае это непринципиально). Соответственно, уместно задаться вопросом: что же будет влиять на темп покупок? Для простоты предположим, что «заражение» клиентов происходит посредством «сарафанного радио»: кто-

Katalevsky_1.indd 148 28.03.2011 16:10:23

то купил продукт и посоветовал его своему другу, затем друг купил продукт и посоветовал его своим друзьям, часть которых совершили покупки и в свою очередь порекомендовали его своим приятелям, и т.п., — распространение продукта идет с экспоненциальной скоростью. Для простоты будем считать, что это единственный механизм, влияющий на уровень распространения товара (эффект рекламы пока исключим).

В этом случае нам необходимо ввести в модель еще три переменных — *Количество контактов*, *Население* и *Доля заинтересованных*, где:

- *Количество контактов* — количество людей, контактирующих друг с другом за неделю;
- *Население* — все население города/региона;
- *Доля заинтересованных* — вероятность, с которой при контакте клиента с потенциальным клиентом последний станет клиентом (т.е. захочет приобрести товар).

Соответственно, в данном случае модель приобретает следующий вид:

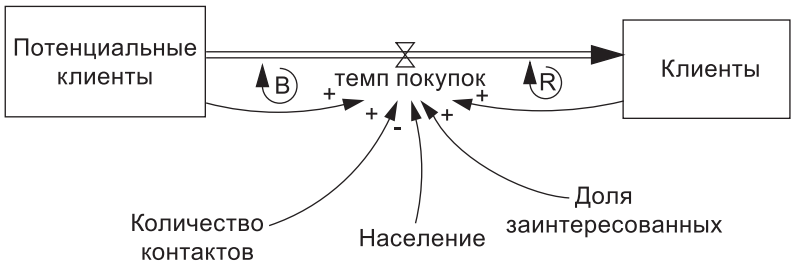


Рис. 4.14. Модель Басса — упрощенный вариант

Модель состоит из двух петель обратной связи — балансирующей (B) и позитивной (R). Темп покупок нарастает, когда клиенты контактируют с потенциальными клиентами, «заражая» их своим энтузиазмом по покупке товара. Чем выше темп покупок за единицу времени, тем быстрее истощится пул *Потенциальных клиентов* и быстрее будет увеличиваться количество *Клиентов*. Как уже отмечалось выше, *Потенциальные клиенты* превращаются в *Клиентов* путем совершения покупок со скоростью потока *Темп покупок*. Данное рассуждение можно упрощенно записать в формулах следующим образом:

$$\textbf{Клиенты} = \int (\textbf{Темп покупок}, \textbf{Клиенты}_0)$$

$$\textbf{Потенциальные клиенты} = \int (-\textbf{Темп покупок}, \textbf{Население} - \textbf{Клиенты}).$$

Katalevsky_1.indd 149 28.03.2011 16:10:23

Число потенциальных клиентов убывает со скоростью темпа покупок, изначально оно равняется общему населению (Население) за вычетом первоначального количества клиентов (Клиенты$_0$). Число клиентов за каждый период времени возрастает на величину, равную темпам покупки (т.е. если темп покупок составляет 30 человек в неделю, то по прошествии двух недель количество клиентов увеличится на 60 человек). Осталось только смоделировать переменную *темп покупок,* чтобы получить полную модель.

Люди в городе контактируют друг с другом с частотой *Количество контактов* за единицу времени. Вероятность того, что наугад выбранный человек является клиентом, равна количеству клиентов, деленному на общее население, т.е. (клиенты/население). Соответственно, количество потенциальных клиентов, контактирующих с клиентами в определенный момент времени, легко вычислить следующим образом:

Потенциальные клиенты × (Клиенты/Население) × Количество контактов

Однако не каждый контакт клиента с потенциальным клиентом заставляет последнего совершить покупку. Поэтому приведенное выше уравнение необходимо помножить на вероятность превращения потенциального клиента в клиента, т.е. на долю людей, которые становятся заинтересованными в совершении покупки. Следовательно, формула переменной *темпа покупок* приобретает следующий вид:

Темп покупок = Потенциальные клиенты × (Клиенты/Население) × Количество контактов × Доля заинтересованных

В итоге получаем модель системы, типом поведения которой является S-образный рост. Уточнив вводные параметры, можно легко просчитать модель. Предположим, что в нашем случае:

- Население (Total Population) = 1000 человек;
- Клиенты$_0$ (Clients$_o$) = 1 человек;
- Потенциальные клиенты (Potential Clients) = Население — Клиенты$_0$ = 999 человек;
- Количество контактов (Contact Rate) = 10 человек в неделю;
- Доля заинтересованных (Adoption Fraction) = 0,05 (5% потенциальных клиентов при контакте с уже существующим клиентом совершают покупки и становятся клиентами).

Графики моделей представлены на рисунках 4.15–4.17 (моделирование проводилось в программе Vensim PLE, бесплатная

Katalevsky_1.indd 150 28.03.2011 16:10:23

учебная версия которой доступна на сайте www.vensim.com)[1]. На всех графиках по вертикальной оси отмечено количество человек (Потенциальных клиентов, Клиентов), по горизонтальной оси — время (в неделях).

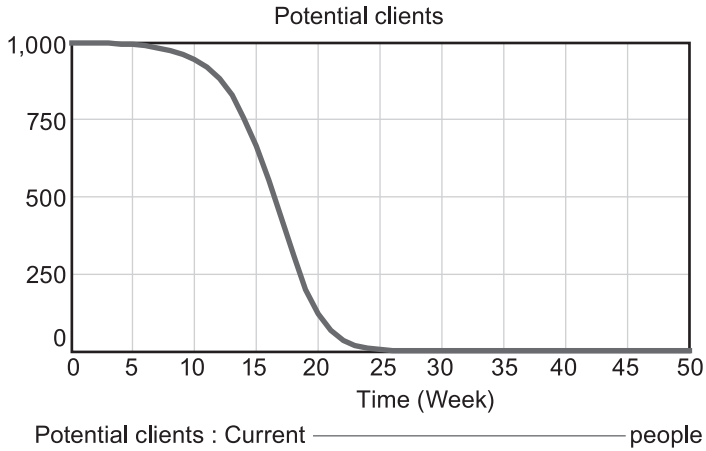


Рис. 4.15. Потенциальные клиенты

Количество потенциальных клиентов истощается примерно за двадцать пять недель (чуть больше шести месяцев). За это время *Потенциальные клиенты* (Potential clients) полностью превращаются в *Клиентов* (*Clients*).

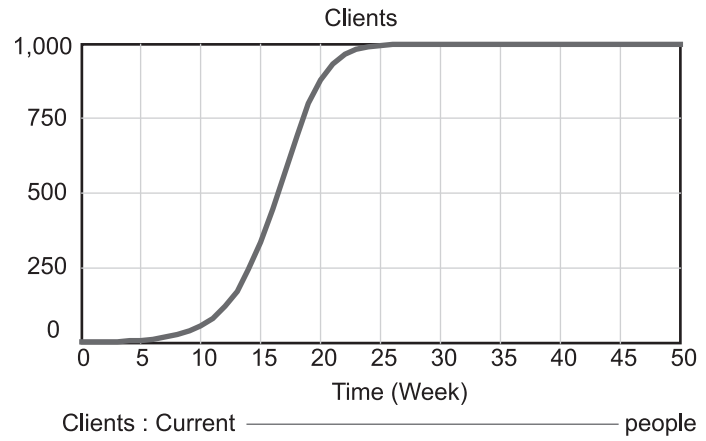


Рис. 4.16. Клиенты

[1] В силу особенностей программы Vensim PLE моделирование на русском языке не представляется возможным, поэтому русские названия элементов модели заменены на их английские эквиваленты.

Katalevsky_1.indd 151 28.03.2011 16:10:23

Видно, что уровень *Темп покупок* (Adoption Rate) быстро растет и приблизительно к семнадцатой неделе достигает пика — в это время в среднем 125 человек в неделю совершают покупки, переходя из *Потенциальных клиентов* в *Клиенты*.

И, наконец, теперь мы можем в полную силу оценить преимущества имитационного моделирования. Мы можем как угодно менять входные параметры, экспериментировать с разными показателями и смотреть, что при этом получается. Например, предположим, что доля заинтересованных (Adoption Fraction) падает с 5 до 2%, т.е. из 100 контактов потенциальных клиентов с клиентами лишь 2 человека становятся новыми покупателями. Как в этом случае изменится динамика поведения системы? Ответ на это дают графики на рис. 4.18.

Как поведет себя модель, если переменную «доля заинтересованных», напротив, увеличить с 5 до 10%, т.е. каждый десятый контактирующий с клиентом превратится из потенциального клиента в клиента? Динамика поведения такой системы представлена на рис. 4.19.

В этом случае уже к седьмой неделе число покупок достигнет примерно 230 в неделю и затем станет стремительно снижаться. Весь процесс превращения *Потенциальных клиентов* в *Клиентов* займет около 12 недель, что в два раза быстрее, чем в первом случае, и в пять раз быстрее, чем во втором.

Динамика роста количества потенциальных клиентов для всех трех случаев изображена на рис. 4.20.

Имитационное моделирование в целом и системная динамика в частности помогают наглядно представить себе поведение сложных систем во времени. Пожалуй, наибольшая ценность моделей состоит в том, что они *позволяют* безболезненно *исследовать самые разные сценарии поведения систем* в зависимости от изменения одного, десятков и сотен параметров (например, модель экономики США, разрабатываемая специалистами по системной динамике в Массачусетском Технологическом Институте, имеет несколько тысяч переменных). Качественно построенная модель представляет собой «безболезненный тренажер» для ЛПР, что позволяет учиться на модели, а не на собственном, порой весьма горьком, опыте.

4.3. Модель Ф. Басса

Пожалуй, главным недостатком описанной выше модели распространения инноваций является «проблема старта». Процесс распространения инновации возможен только посредством действия устной рекламы, благодаря которой потребители из

Katalevsky_1.indd 152 28.03.2011 16:10:23

разряда потенциальных становятся реальными клиентами, совершая покупку. В описанной выше модели из тысячи человек населения региона было достаточно существования хотя бы одного клиента, который запускал весь механизм, нарастивший позже с экспоненциальной скоростью. В реальности при выводе на рынок нового товара первоначальных клиентов нет вообще. Соответственно, позитивная петля обратной связи, отвечающая за первоначальный рост, либо отсутствует вовсе, либо слишком слаба, и требуется много времени, чтобы процесс по-настоящему набрал силу. В реальности первоначальный рост базы клиентов формируется благодаря действию несколько иных механизмов, чем это описывается в рамках простой модели распространения инновации (известной также как «модель диффузии»). Помимо рекламы «из уст в уста» первоначальную базу клиентов могут обеспечить другие каналы — реклама на различных медианосителях (ТВ, радио, пресса, наружная реклама), прямые продажи, директ-мейлы, раздача пробных образцов и т.п.

Франк Басс был первым, кто разработал системно-динамическую модель диффузии инноваций, которая решала проблему старта. Со временем модель диффузии Басса стала одной из самых популярных моделей распространения новых продуктов и услуг, широко применялась в маркетинге, стратегическом и инновационном управлении и других областях[1]. Ф. Бассу удалось преодолеть проблему стартового распространения, предположив, что потенциальные клиенты узнают о новом продукте или услуге посредством внешних источников информации, значение и влияние которых в среднем приблизительно одинаковы во времени.

Первоначально модель Ф. Басса была разработана с целью создания эффективного инструмента прогнозирования объемов продаж новых продуктов. Согласно его модели, позитивная петля обратной связи складывается из двух компонентов: рекламы из «уст в уста», уже знакомой нам из предыдущей модели, и влияния внешних источников информации — эффекта рекламы. На рис. 4.21 изображена структура модели Басса.

Принципиальное отличие модели Ф. Басса заключается в том, что *Темп покупок* (Adoption Rate) складывается из двух переменных — *Покупок от рекламы* (Adoption From Advertising) и *Покупок от рекламы* «*из уст в уста*» (*Adoption From Word-of-Mouth*). Если в случае с последней переменной все понятно

[1] *Sterman J.* Business Dynamics: Systems thinking and Modeling for complex world. McGraw Hill, 2000. P. 332.

Katalevsky_1.indd 153 28.03.2011 16:10:23

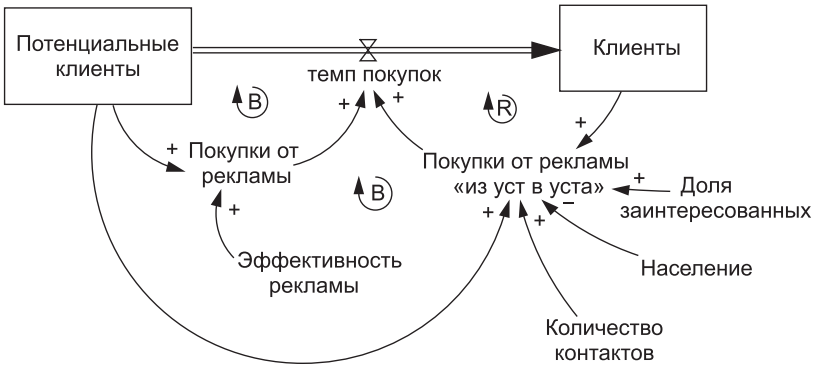


Рис. 4.21. Модель Басса: преодолевая проблему старта

(она в неизменном виде переходит из предыдущей модели и записывается уравнениями точно так же), то в случае с переменной *Покупки от рекламы* (Adoption From Advertising) к ней добавляется еще одна переменная-константа — *Эффективность рекламы* (Advertising Effectiveness). В рамках данной модели ограничимся предположением, что объем рекламы и ее эффективность постоянны. В этом случае рекламный эффект в каждый момент времени генерирует определенное количество клиентов из среды потенциальных клиентов (данный эффект можно статистически достоверно оценить посредством изучения информации об объеме продаж в периоды рекламной кампании).

Уравнения системы легко записать следующим образом:

Темп покупок = Покупки от рекламы + Покупки от рекламы «из уст в уста»

Покупки от рекламы = Эффективность рекламы × Потенциальные клиенты

Покупки от рекламы «из уст в уста» = Потенциальные клиенты × (Клиенты/Население) × Количество контактов × Доля заинтересованных

Переменная *Эффективность рекламы* представляет собой долю потенциальных клиентов, которые становятся клиентами от воздействия рекламы. Выражается в единицах *человек/человек за период времени*. Оба источника влияния на скорость покупок — *Покупки от рекламы* и *Покупки от рекламы «из уст*

Katalevsky_1.indd 154 28.03.2011 16:10:23

в уста» — функционируют независимо друг от друга. В принципе, модель можно записать в виде одного уравнения:

Темп покупок = Эффективность рекламы × Потенциальные клиенты + Потенциальные клиенты × (Клиенты/Население) × Количество контактов × Доля заинтересованных

Когда новый продукт или любая другая инновация только выводится на рынок, единственным источником ее распространения на какое-то время становится реклама посредством внешних источников. Рекламный эффект будет наиболее сильным по воздействию в начале процесса распространения инновации и будет снижаться по мере исчерпания пула *Потенциальных клиентов*.

Рассмотрим поведение модели со следующими параметрами:

- Население (Total Population) = 20 000 человек;
- Клиенты$_0$ (Clients$_o$) = 0 человек;
- Потенциальные клиенты (Potential Clients) = 20 000 человек;
- Количество контактов (Contact Rate) = 12 человек в неделю;
- Доля заинтересованных (Adoption Fraction) = 0,02 (2% потенциальных клиентов при контакте с уже существующим клиентом совершают покупки и становятся клиентами);
- Эффективность рекламы (Advertising effectiveness) = 0,05 или 5% (потенциальных клиентов при прослушивании рекламы совершают покупки и становятся клиентами).

Графики поведения модели представлены на рис. 4.22–4.25.

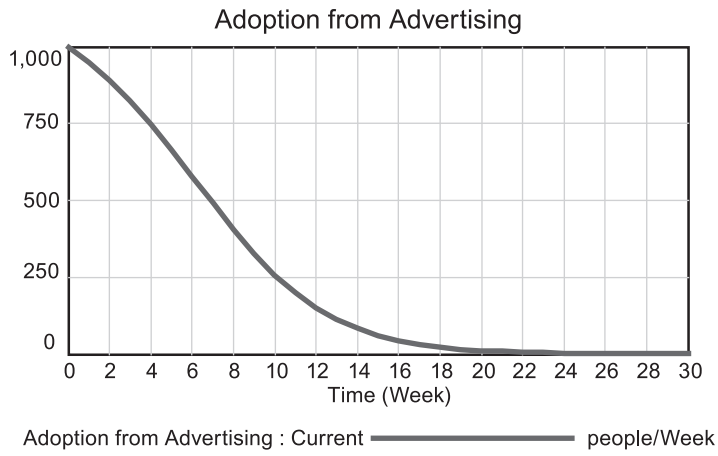


Рис. 4.22. Эффект от рекламы

Katalevsky_1.indd 155 28.03.2011 16:10:23

Как видно из графика, рекламное воздействие (*Покупки от рекламы*, Adoption from Advertising) имеет наиболее сильный эффект в начальный момент диффузии инновации. С течением времени уменьшается количество потенциальных клиентов, и эффект от рекламы снижается.

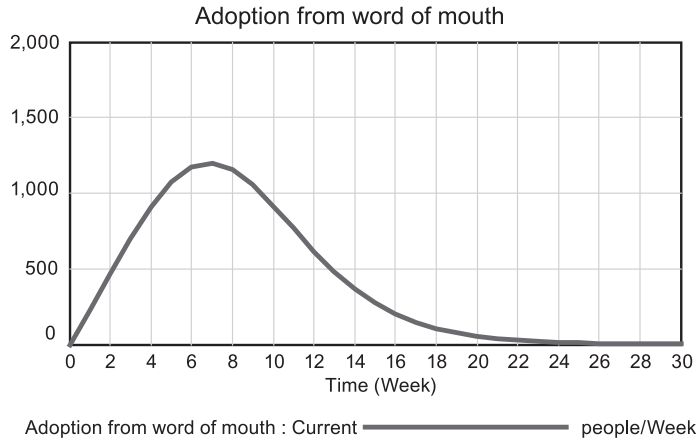


Рис. 4.23. Эффект от рекламы «из уст в уста»

Напротив, эффект от рекламы «из уст в уста» (Adoption from Word-of-Mouth) возрастает с течением времени: с ростом количества клиентов растет вероятность их встречи с потенциальными клиентами, а следовательно — и доля потребителей, делающих покупку новой технологии вследствие контакта с уже существующими клиентами.

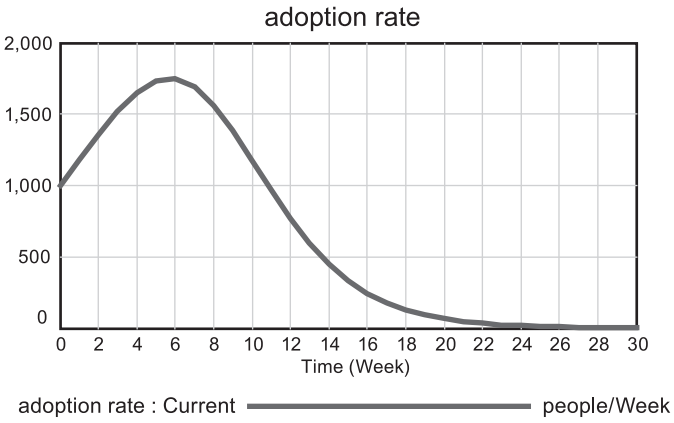


Рис. 4.24. Эффект от рекламы и от «сарафанного радио»

Katalevsky_1.indd 156 28.03.2011 16:10:24

Результат параллельного действия двух процессов представлен на итоговом графике. Видно, что поведение системы отличается от аналогичного в простой модели диффузии инновации. Благодаря рекламе *уровень покупок* (Adoption Rate) начинается не с нуля, а уже с 1000 покупок в неделю. Впоследствии он повторяет поведение предыдущей модели, демонстрируя пик роста в районе 1700 человек в неделю, но затем плавно снижается.

На рис. 4.25 (см. цв. вклейку) представлены все три переменные — *Потенциальные клиенты* (Potential Clients), *Клиенты* (Clients) и *Темп покупок* (Adoption rate).

Переменная *Потенциальные клиенты* (Potential Clients) демонстрирует S-образное убывание. Переменная *Клиенты* (*Clients*), напротив, демонстрирует S-образный рост. Таким образом, наглядно показано, что пул потенциальных клиентов словно «перетекает» в пул клиентов. Колоколообразной линией представлена переменная *Темп покупок* (Adoption Rate).

Как и в предыдущей версии модели диффузии инноваций, модель Басса предоставляет широкие возможности для проведения анализа чувствительности и экспериментирования с различными сценариями.

Существуют различные модификации модели Басса — в зависимости от проблем, поставленных перед исследователем и консультантом. Например, как поведет себя система в случае совершения клиентами повторных продаж? Предположим, что при покупке определенного продукта спустя какое-то время клиенты совершают повторную покупку после того, как заканчивается срок службы или устаревает купленный продукт.

Фактор повторных покупок нетрудно смоделировать, если представить себе, что часть клиентов «возвращается» обратно в пул *Потенциальных клиентов*, чтобы совершить новую покупку. Таким образом, осуществляется своеобразный «круговорот» — постоянная ротация лояльных покупателей. Уровень возвращающихся «лояльных» покупателей зависит как минимум от двух факторов:

1) от количества *Клиентов*, которые хотят совершить повторную покупку;

2) от *средней продолжительности жизни* продукта (срока его службы).

В этом случае вместо того, чтобы упасть до нуля, количество потенциальных клиентов будет постоянно пополняться притоком клиентов, которые хотят совершить повторную покупку. На рис. 4.26 представлена потоковая диаграмма этого процесса.

Katalevsky_1.indd 157 28.03.2011 16:10:24

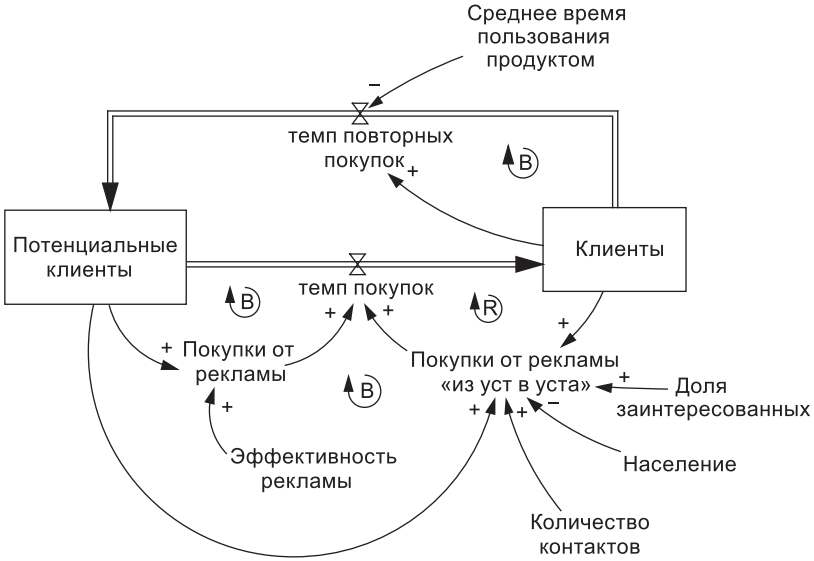


Рис. 4.26. Пополнение рядов потенциальных клиентов

Уравнение темпа повторных покупок можно сформулировать следующим образом:

Темп повторных покупок = Клиенты/Среднее время пользования продуктом

Отметим при этом, что немного изменится уравнение для стоков-накопителей — переменных *Потенциальных клиентов* и *Клиентов*. Поскольку в случае повторных покупок добавляется еще один поток (*Темп повторных покупок*), то уравнения для накопителей принимают следующий вид:

Клиенты = ∫ (Темп покупок — Темп повторных покупок, $Клиенты_0$)

Потенциальные клиенты = ∫ (— Темп покупок + Темп повторных покупок, Население — $Клиенты_0$).

Переменная *Среднее время пользования продуктом* (Average Product Usage Time) задается в единицах времени. Предположим, что в нашем случае это будет около 3 месяцев, или примерно 12 недель (остальные параметры модели те же: население в 20 000, количество контактов — 12 человек в неделю и т.п.). В этом случае динамика поведения системы будет выглядеть следующим образом (рисунки 4.27–4.28, см. цв. вклейку).

Katalevsky_1.indd 158 28.03.2011 16:10:24

Как видно из рис. 4.27, система ведет себя таким же образом, как и в предыдущих моделях. Однако в этом случае есть одна специфика — количество *Потенциальных клиентов* (Potential Clients) не падает до нуля, как это было раньше. Рост количества *Клиентов* (Clients) также останавливается на определенном уровне, не до конца исчерпав весь пул потенциальных клиентов (чуть меньше 15 тысяч человек в нашем примере).

График на рис. 4.28 показывает, что *Темп покупок* (Adoption Rate) не падает до нуля, как мы наблюдали это в ранних моделях, а стабилизируется на определенном уровне (примерно 1200 человек в неделю, совершающих повторные покупки). Соответственно, *Темп повторных покупок* (Second Purchase Rate, красная линия) демонстрирует стабилизацию также на уровне около 1200 человек в неделю, т.е. по сути в конце концов переменные *Темп покупок* и *Темп повторных покупок* сравняются (на графике они тоже равны: разная масштабность оси Y для двух переменных создает иллюзию разных уровней стабилизации).

В заключение следует отметить, что модель Басса является важной доработкой простой модели диффузии инновации. Данная модель получила множество модификаций и была успешно применена к самым разным областям распространения новых технологий, выводимых на рынок продуктов, услуг и т.п. Как отмечает Джон Стерман в книге *Business Dynamics*, модель Басса была, в частности, применена для анализа новых медицинских технологий[1], для прогнозирования продаж новых марок автомобилей[2], для анализа маркетинговых аспектов вывода на рынок новых продуктов[3], а также в ряде других исследований.

Контрольные вопросы и задания

- *Модель Басса. Постройте модель и проведите анализ чувствительности по следующим параметрам*:
- *Количество контактов* (*изменяется от 2 до 10 контактов с шагом 2 контакта*).
- *Доля заинтересованных* (*изменятся от 1 до 5% с шагом 1%*).
- *Эффективность рекламы* (*изменяется от 2 до 10% с шагом 2%*).
- *Среднее время использования продукта* (*от 1 до 12 месяцев с шагом 3 месяца*).

---

[1] *Homer J.* A diffusion model with application to evolving medical technologies // Technological Forecasting and Social Change. 1987. 31(3). P. 197–218.

[2] *Urban G., Hauser J., Roberts J.* Prelaunch forecasting of new automobiles // Management Science. 1990. 36 (4). P. 401–421.

[3] *Mahajan V., Muller E., Bass F.* New product diffusion models in marketing: A review and directions for research // Journal of Marketing. 1990. 54 (1). P. 1–26.

Katalevsky_1.indd 159 28.03.2011 16:10:24

📖 Подробнее о разных приложениях модели Басса в области стратегического управления, маркетинга и прогнозирования распространения инноваций можно прочесть в следующих публикациях:

Homer J. A diffusion model with application to evolving medical technologies // Technological Forecasting and Social Change. 1987. 31(3). P. 197–218.

Mahajan V., Muller E., Bass F. New product diffusion models in marketing: A review and directions for research // Journal of Marketing. 1990. 54 (1). P. 1–26.

Parker P. Aggregate diffusion forecasting models in marketing: A critical review // International Journal of Forecasting. 1994. 10 (2). P. 353–380.

Urban G., Hauser J., Roberts J. Prelaunch forecasting of new automobiles // Management Science. 1990. 36 (4). P. 401–421.

4.4. Моделирование организаций: ресурсный подход и системная динамика

Концепция «потоков» и «накопителей», выдвинутая специалистами по системной динамике, нашла применение в стратегическом управлении, а точнее — в одном из направлений современного стратегического управления, теории ресурсного подхода к организации (Resource-Based View, RBV). Ким Уоррен, профессор Лондонской школы бизнеса, сумел эффектно объединить основные постулаты ресурсного подхода в стратегическом управлении с ключевыми положениями системной динамики, основав новое направление — Dynamic Strategy Resource View (DSRV). Свои взгляды он изложил в книгах *Competitive Strategy Dynamics*[1] и *Strategic Management Dynamics*[2]. За свою первую книгу *Competitive Strategy Dynamics* Ким Уоррен в 2005 г. получил престижную премию имени Джея Форрестера (J. Forrester Award) — за вклад в развитие и популяризацию системной динамики. Прежде чем рассказать о DSRV, уместно кратко раскрыть суть ресурсного подхода в управлении.

Вплоть до середины 1980-х гг. исследования в области стратегического управления концентрировались на анализе внешней среды организации: например, знаменитая модель «пяти сил конкуренции» Майкла Портера, применяемая для анализа уровня конкурентной борьбы в отрасли, обращала внимание именно на эти аспекты, «замалчивая» роль фирмы. Подобного рода исследования в области стратегического менеджмента

[1] *Warren K.* Competitive Strategy Dynamics. John Wiley & Sons, 2002.
[2] *Warren K.* Strategic Management Dynamics. John Wiley & Sons, 2008.

Katalevsky_1.indd 160 28.03.2011 16:10:24

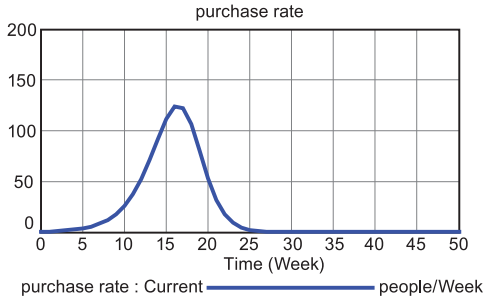


Рис. 4.17. Темп покупок (количество человек в неделю)

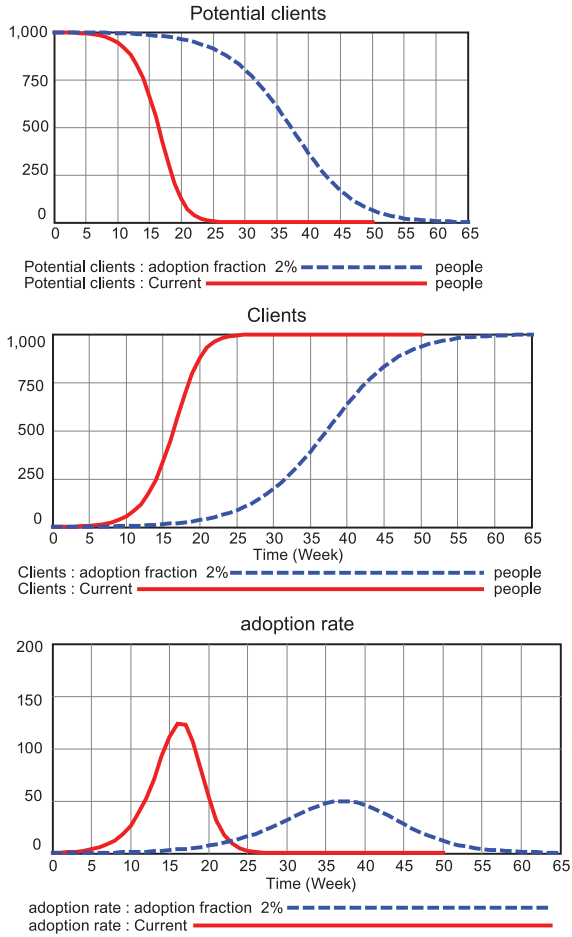


Рис. 4.18. Динамика поведения системы при падении доли заинтересованных

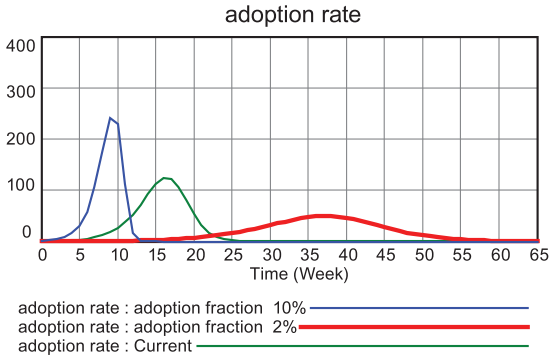


Рис. 4.19. Динамика поведения системы при увеличении доли заинтересованных

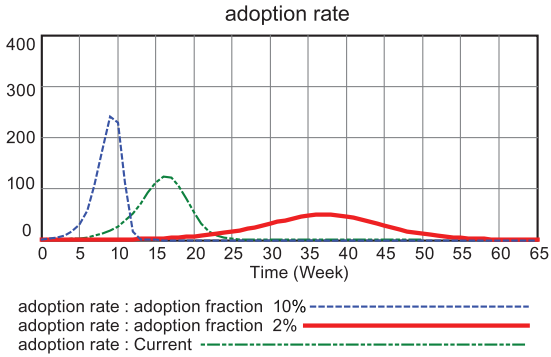


Рис. 4.20. Динамика роста числа потенциальных клиентов во всех трех случаях

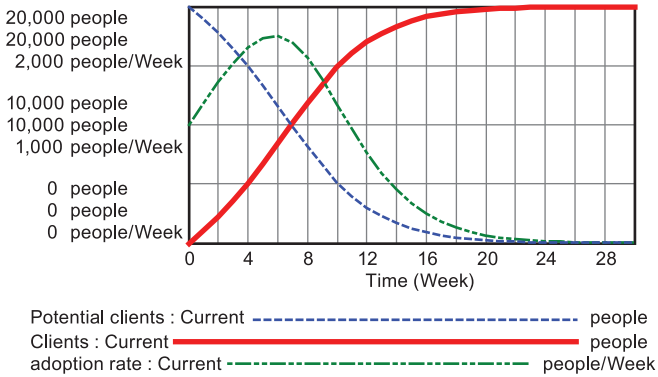


Рис. 4.25. Динамика переменных *Потенциальные клиенты, Клиенты, Темп покупок*

Katalevsky_1.indd 308 28.03.2011 17:17:10

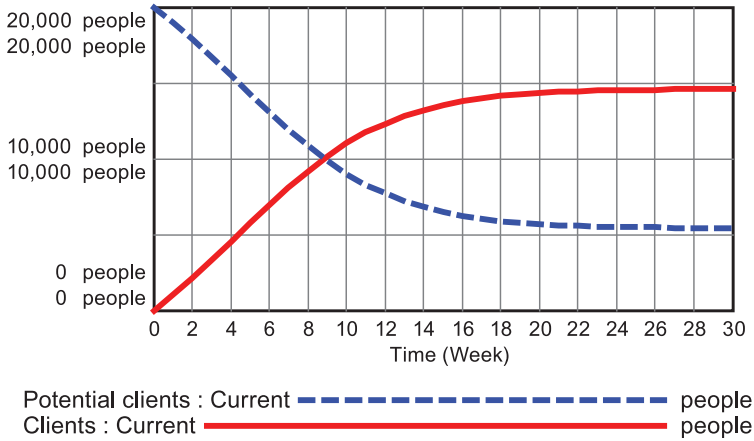


Рис. 4.27. Модель Басса с учетом переменной *Среднее время пользования продуктом*

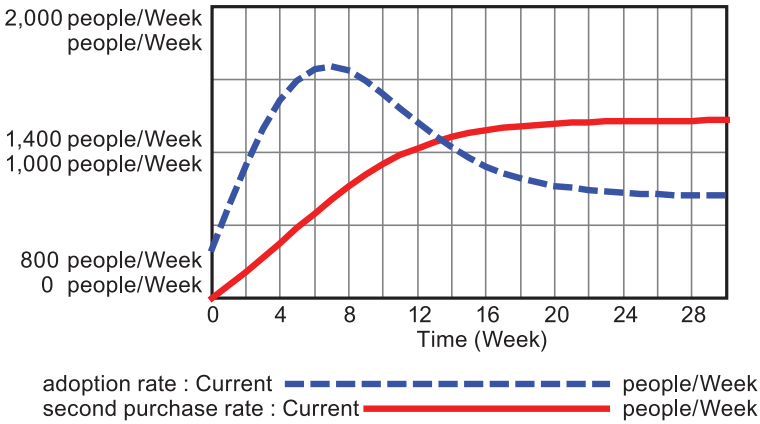
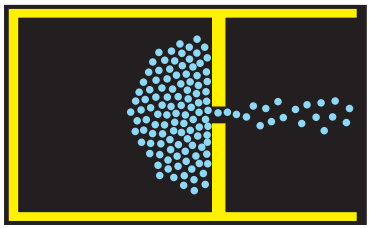
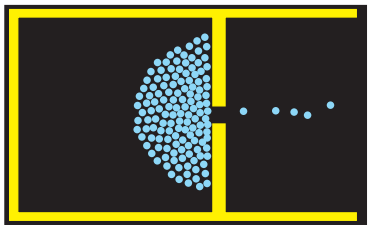


Рис. 4.28. Динамика переменных *Темп покупок* и *Темп повторных покупок*

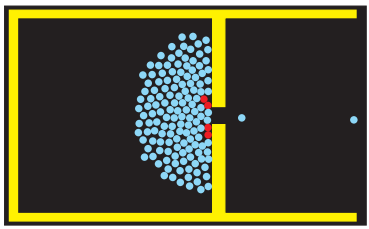
А. В помещении изначально 200 человек, через 45 секунд в помещении остается 110 человек, скорость движения 1 м/сек



Б. Через 45 секунд: в помещении 135 человек, скорость движения 5 м/сек (без эффекта сдавливания)



В. Через 45 секунд: в помещении 155 человек, скорость движения 5 м/сек (с эффектом сдавливания — 4 человека травмированы)



Г. Через 45 секунд: в помещении (с колонной) 123 человека, скорость движения 5 м/сек (с эффектом сдавливания, но никто не травмирован)

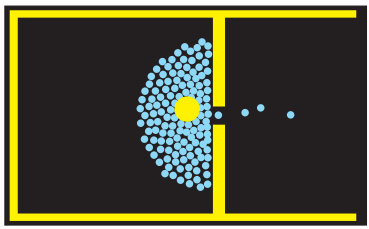


Рис. 5.1. Модель эвакуации толпы из помещения с единственным выходом[1]

[1] На сайте авторов в разделе Pedestrian models можно скачать видео с данными моделями (http://angel.elte.hu/~panic/).

Katalevsky_1.indd 310 28.03.2011 17:17:10

А. В помещении изначально 90 человек (агентов) и два выхода

Б. Через 20 секунд: в помещении остается 39 человек, скорость движения 5 м/сек (индивидуальный поиск выхода)

В. Через 20 секунд: в помещении остается 14 человек, скорость движения 5 м/сек (малый стадный эффект — поиск выхода в малых группах)

Г. Через 20 секунд: в помещении остается 61 человек, скорость движения 5 м/сек (высокий стадный эффект)

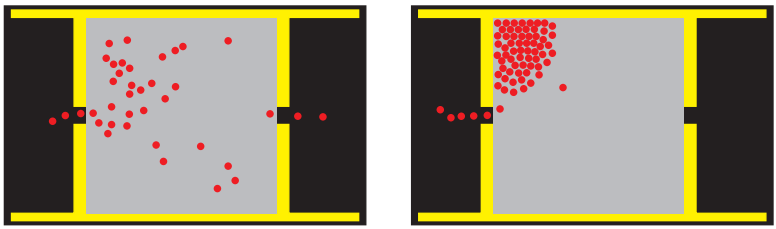


Рис. 5.2. Модель эвакуации толпы из помещения с двумя выходами (стадный эффект)[1]

[1] Видео см. на сайте в разделе Pedestrian models.

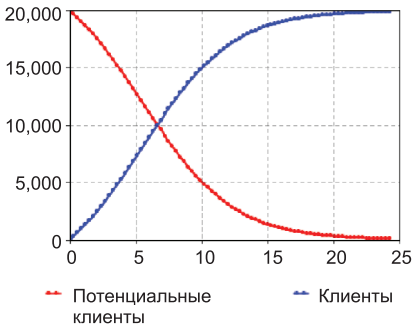


Рис. 5.9. Динамика модели Ф. Басса (20 000 агентов)

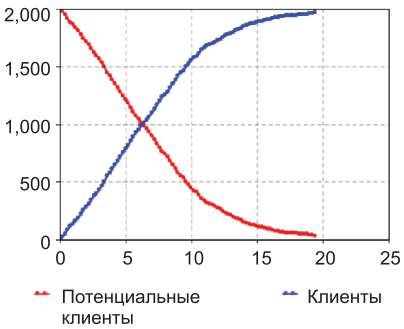


Рис. 5.10. Динамика модели Ф. Басса (2 000 агентов)

Katalevsky_1.indd 312

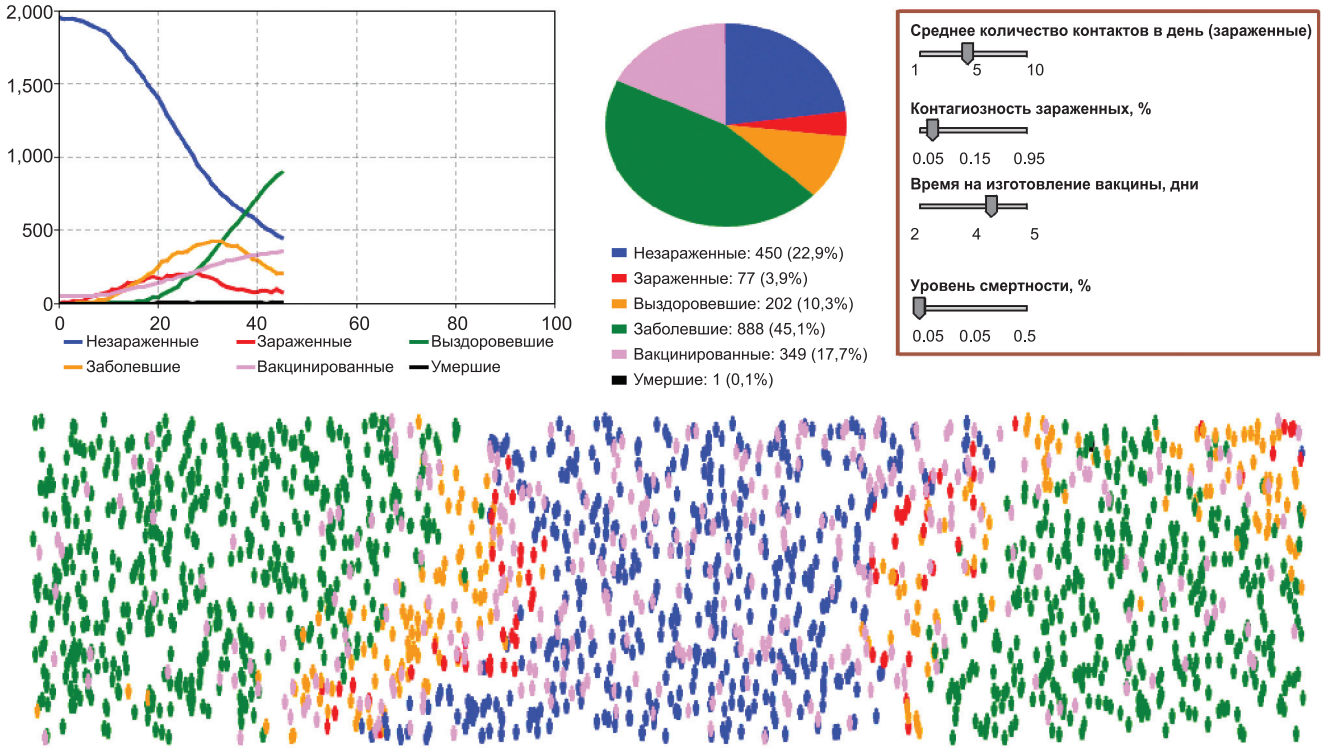
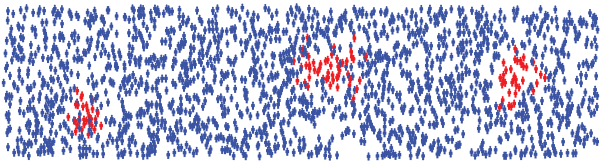


Рис. 5.13. Агентная модель распространения эпидемий

28.03.2011 17:17:10

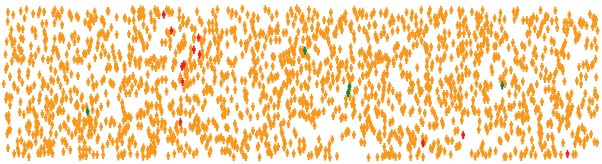
Динамика распространения эпидемии вируса Эбола

1) Эпидемия вируса Эбола: через 3 дня после начала эпидемии



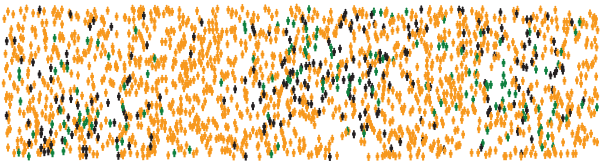
Незараженных — 1877, зараженных — 123, заболевших — 0, выздоровевших — 0, умерших — 0. Присутствует 3 очага возникновения болезни

2) Эпидемия вируса Эбола: через 10 дней после начала эпидемии



Незараженных — 0, зараженных — 30, заболевших — 1957, выздоровевших — 5, умерших — 8

3) Эпидемия вируса Эбола: через 15 дней после начала эпидемии

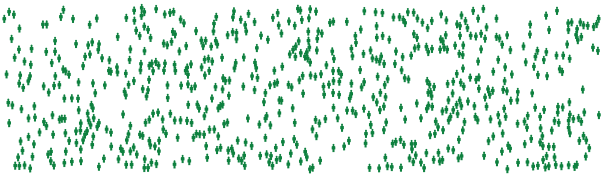


Зараженных — 0, заболевших — 1507, выздоровевших — 153, умерших — 340

4) Эпидемия вируса Эбола: через 20 дней после начала эпидемии

Зараженных — 0, заболевших — 188, выздоровевших — 642, умерших — 1170

5) Эпидемия вируса Эбола: через 30 дней после начала эпидемии



Зараженных — 0, заболевших — 0, выздоровевших — 706, умерших — 1294

Рис. 5.14. Динамика распространения эпидемии вируса Эбола

Katalevsky_1.indd 313 28.03.2011 17:17:10

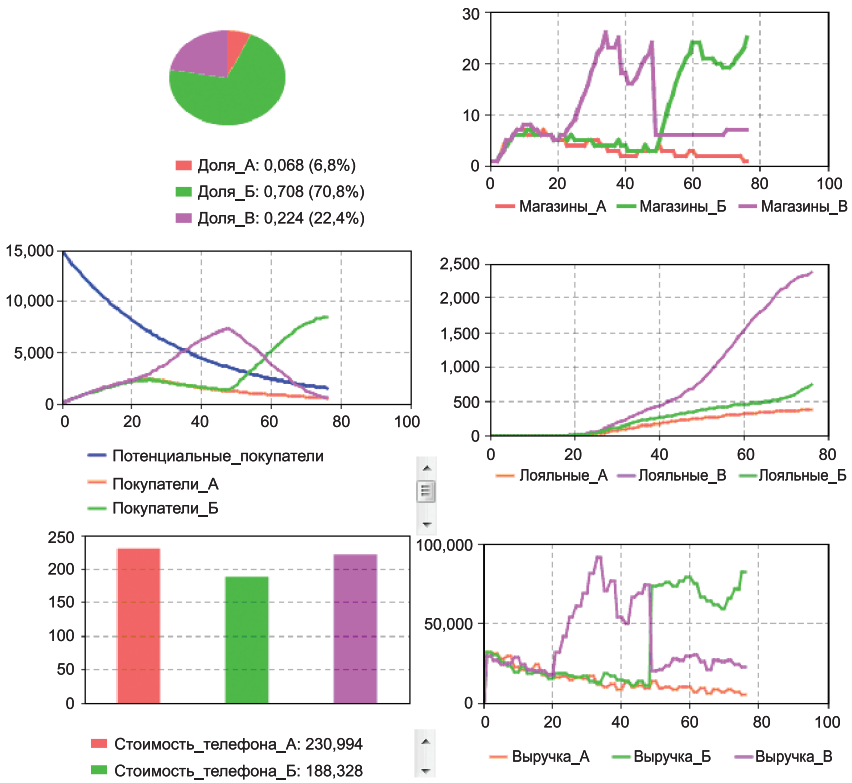


Рис. 5.16. Скриншоты имитационной игры «Евросвязь»

мало внимания уделяли анализу уникальности самой организации. Фактически до середины 1980-х гг. исследования основывались на двух важных допущениях, которые позже были оспорены сторонниками ресурсной теории:

1) во-первых, исследования М. Портера и других предполагали, что компании внутри определенной отрасли *однообразны* в смысле использования ресурсов и выработки своих стратегий, т.е. *гомогенны*[1];

2) во-вторых, данные исследования предполагали, что ресурсная гетерогенность, даже если и проявлялась в группе компаний одной отрасли (например, вследствие выхода на рынок новых игроков), была бы быстро закончена вследствие того, что ресурсы, которыми пользуются компании, *высокомобильны*, т.е. могут быть сравнительно быстро куплены и проданы на соответствующих рынках[2].

В полемику с данным подходом вступил ресурсный подход (Resource-Based View), который через десять лет после своего первого появления в исследованиях Вернерфельта[3] стал *доминирующим подходом* стратегического менеджмента, сохранив свое лидерство и в настоящее время, несмотря на определенную критику последних лет. В основе ресурсного подхода лежат две главные предпосылки. Согласно первой из них, *организации внутри одной отрасли значительно отличаются друг от друга в отношении обладания и контроля за доступными им ресурсами*.

Вторая предпосылка заключается в том, что *ресурсы не мобильны, и поэтому ресурсная гетерогенность различных фирм внутри одной отрасли может сохраняться достаточно долгое время*. Некоторые ресурсы не могут с легкостью передаваться от одной фирмы к другой, а также между фирмами и рынком. Как утверждает Петераф: «Будучи маломобильными или немобильными вовсе, ресурсы не перепродаются, вследствие чего они становятся менее полезными прочим потенциальным пользователям. Они не так легко передаются от того, кто ими пользуется изначально»[4]. Создание долгосрочного конкурент-

---

[1] *Porter M.E.* Competitive Strategy. New York: The Free Press, 1980; *Rumelt R.P.* Towards a strategic theory of the firm // Competitive Strategic Management. Ed. by Richard B. Lamb. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984. P. 566–570; *Scherer F.M.* Industrial market structure and economic performance. Boston: Houghton Mifflin, 1980.

[2] *Barney J.B.* Strategic factor markets: Expectations, luck and business strategy // Management Science. 1986. 32 (October). P. 1231–1241.

[3] *Wernerfelt B.* A resource-based view of the firm // Strategic Management Journal. 1984. 5 (April—June). P. 171–180.

[4] *Peteraf M.A.* The Cornerstone of Competitive Advantage: a Resource-Based View // Strategic Management Journal. 1993. Vol. 14. P. 179–191.

Katalevsky_1.indd 161 28.03.2011 16:10:25

ного преимущества зависит от тех специфических особенностей фирмы и от тех ресурсов, которые не так легко передать.

Именно ресурсный подход дает фирме свободу принятия решения относительно стратегии в соотношении со специфическими ресурсами и компетенциями, которые были приобретены и разработаны самой фирмой в течение срока ее деятельности. Важность отраслевого анализа (как это понимал М. Портер) уменьшается по мере того, как фирма крепнет, становясь более способной влиять своими решениями на изменение окружающей среды.

Хорошим примером значения нематериальных ресурсов может быть отрасль венчурного инвестирования. Казалось бы, откуда взяться ресурсам у венчурного предпринимателя, если, кроме идеи, у него ничего больше нет? Однако оказывается, что даже предприниматель, который не имеет никаких финансовых ресурсов и необходимой инфраструктуры, может обладать таким важным нематериальным ресурсом, как *доверие инвесторов*, использование которого позволит привлечь остальные необходимые ресурсы.

В рамках ресурсного подхода термин «ресурсы организации» включает в себя все доступные организации ресурсы, ее способности (capabilities), организационные процессы, информацию, знания и т.п., которые контролируются организацией и позволяют ей на их базе разрабатывать и реализовывать стратегии, повышающие ее эффективность и результативность[1]. Иными словами, в рамках понятий традиционного стратегического управления ресурсами организации являются ее сильные стороны (strengths), на основе которых строится стратегическое преимущество организации[2].

Ресурсы считаются стратегически ценными для организации, если они соответствуют определенным критериям, перечисленным ниже:

1) ресурс должен быть *ценным* (valuable): «ценный» для организации ресурс позволяет организации улучшить свое положение на рынке по сравнению с конкурентами (например, ресурс, полученный по цене ниже его приведенной чистой стоимости, может приносить ренту)[3];

2) ресурс должен быть *редким*: спрос на ресурс должен значительно превышать его предложение;

---

[1] *Daft R.L., Weick K.E.* Toward a model of organizations as interpretation systems // Academy of Management Review. 1984. 9 (2). P. 284–295.

[2] *Learned E.P., Christensen C.R., Andrews K.R., Guth W.D.* Business Policy. Text and Cases. Homewood, IL: Richard D. Irwin, 1965.

[3] *Peteraf M.A.* The cornerstones of competitive advantage: A resource-based view // Strategic Management Journal. 1993. 14 (3). P. 170–181.

Katalevsky_1.indd 162 28.03.2011 16:10:25

3) ресурс должен быть *неподверженным копированию* или *замене субститутами*: чтобы быть редким, ресурс должен быть немобильным, а также достаточно затратным для копирования или имитации.

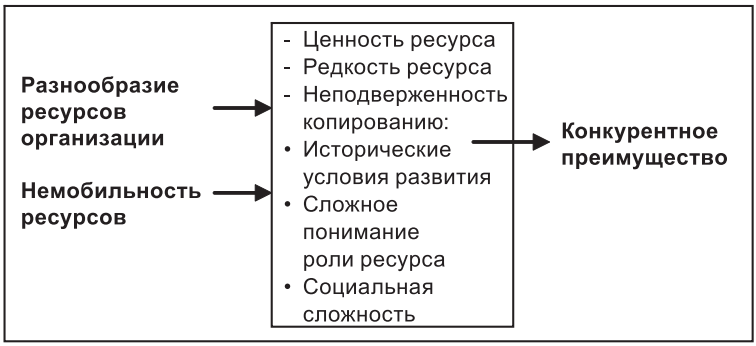


Рис. 4.29. Формирование конкурентного преимущества с точки зрения ресурсного подхода[1]

В настоящее время ресурсный подход в разработке стратегии насчитывает несколько разных школ. Будучи едиными в понимании того, что конкурентное преимущество рождается вследствие умелого управления уникальными комбинациями ресурсов и компетенций фирмы, специалисты по-разному подходят к определению статуса и роли ресурсов организации как таковых. Так, например, Шульц выделяет две основные парадигмы ресурсного подхода[2]. Сторонники первой рассматривают организации в статике, фокусируясь на том, каким образом организации формируют конкурентное преимущество и пытаются его сохранить, используя уникальные, ценные и труднокопируемые ресурсы.

Сторонники другого подхода исследуют организацию в динамике — то, каким образом происходит аккумулирование и мобилизация ресурсов с последующей их трансформацией в конкурентное преимущество[3]. Несмотря на то, что некоторые положения одних школ могут не соответствовать и даже прямо

[1] *Barney J.B.* Firm resources and sustained competitive advantage // Journal of Management. 1991. 17 (March). P. 99–120.

[2] *Schulze W.* Two schools of thought in resource-based theory // P. Shrivastiva et al. Advances in strategic management. New York: JAI Press, 1994. P. 127—151.

[3] *Teece D., Pisano G., Shuen A.* Dynamic capabilities and strategic management // Strategic Management Journal. 1997. 18(7). P. 509–533; *Warren K.* Competitive Strategy Dynamics. John Wiley, 2002.

Katalevsky_1.indd 163 28.03.2011 16:10:25

противоречить положениям сторонников других, исследователи ресурсного подхода не вступают в прямые конфликты друг с другом, демонстрируя в целом разнообразие и гибкость ресурсного подхода к определению сути конкурентного преимущества организации и механизму его возникновения[1].

Одно из основных положений теоретиков ресурсного подхода к стратегии (Resource-Based View) состоит в том, что менеджеры используют ресурсы, имеющиеся в наличии, для разработки и развития других необходимых ресурсов[2]. При этом речь не обязательно идет только о материальных ресурсах: нематериальные ресурсы, например знания, компетенция и профессионализм персонала, ноу-хау и технологии, репутация компании на рынке и многое другое, являются ценными ресурсами для развития компании.

Любой ресурс организации может быть представлен как совокупность «потоков и накопителей», изменяющихся во времени. Одно из основных достоинств данного подхода состоит в утверждении, что не только материальные ресурсы (tangible resources), но и нематериальные активы (intangible resources) могут быть учтены и смоделированы. В таблице 4.1 представлены образцы различных ресурсов, входящих/исходящих потоков и единиц измерения для них.

Изменение в одном ресурсе может повлиять на другие ресурсы, вызвав соответствующие изменения в них. Взаимодействие ресурсов на практике и представляет собой деятельность организации в любой момент времени. Понимание важности взаимозависимости разнообразных ресурсов в организации вносит важный вклад в представление организации как *интегрированной системы*.

Любую организацию можно представить себе как *систему динамически взаимодействующих* (*взаимосвязанных*) *между собой ресурсов, функционирование которых основывается на взаимном усилении и ослаблении ключевых ресурсов*[3]. «Стратегическая архитектура», таким образом, представляет собой особый метод изображения ключевых ресурсов и взаимосвязей между ними. Выявление стратегической архитектуры позволяет проследить влияние управленческих решений на развитие организации.

---

[1] *Lado A.A., Boyd N.G., Wright P., Kroll M.* Paradox and Theorizing within Resource Based View // Academy of Management Review. 2006. Vol. 31. № 1.

[2] *Barney J.B.* Firm resources and sustained competitive advantage // Journal of Management. 1991. 17 (March). P. 99–120.

[3] *Warren K.* Competitive Strategy Dynamics. Wiley, 2002. P. 90.

Katalevsky_1.indd 164 28.03.2011 16:10:25

Таблица 4.1

Примеры стратегических ресурсов

Материальные ресурсы	Единицы измерения ресурса	Входящие и исходящие потоки	Единицы измерения вход./исход. потоков	Катализаторы (влияющие переменные) динамики ресурсов
Денежные ресурсы	$	Деньги полученные/деньги потраченные	$ в месяц	Заработная плата, продажи, закупка сырья
Персонал	Количество человек	Рекрутинг персонала/ увольнения персонала	Количество людей в месяц	План расширения персонала, привлекательность зарплат/нехватка работы, ошибки при исполнении обязанностей
Клиенты	Количество компаний	Новые клиенты, ушедшие клиенты	Компании за год	Количество менеджеров по продажам, привлекательные цены по сравнению с конкурентами, качество продукции
Производительность предприятия	Тонн/ мес.	Введение новых мощностей/снятие с производства старых мощностей	Тонн/месяц за квартал	Инвестиции в производство, закупка нового оборудования, утилизация вследствие выработки ресурса
Качество продукции	Уровень возврата продукции, %	Снижение/увеличение количества случаев возврата	+/− уровня возвратности за месяц	Затраты на R&D продукции, качество закупаемого сырья

Источник: *Warren K.* Competitive Strategy Dynamics. Wiley, 2002. P. 26.

Идея взаимосвязанности и взаимовлияния ресурсов в организации имеет особую значимость в теории динамической стратегии, предложенной Уорреном. Рассматривая организацию как открытую систему, активно взаимодействующую с окружающей средой, а также основываясь на ресурсном подходе стратегического менеджмента, можно построить модель, отражающую сложные динамические взаимосвязи между различными, как материальными, так и не материальными ресурсами, — так называемую «стратегическую архитектуру организации» (Warren, 2002).

Katalevsky_1.indd 165 28.03.2011 16:10:25

Стратегическая архитектура организации

Системная динамика, а в особенности работы К. Уоррена, предложившего термин «стратегическая архитектура» , помогают объединить ресурсный подход с системно-динамическим моделированием, что, в свою очередь, помогает понять, *как у организации возникает конкурентное преимущество.* Стратегическая архитектура, по Уоррену, представляет собой набор стратегически важных ресурсов для получения конкурентного преимущества и успешной деятельности организации, это «ментальная модель» того, как менеджеры компании воспринимают собственную организацию и ее ресурсы. Стратегическая архитектура состоит из накопителей ресурсов (стоков), потоков, их изменяющих, и независимых переменных [в литературе по стратегическому менеджменту описаны Барни (1991), Дириксом и Кулом (1989), Моркрофтом (2002), Уорреном (1999, 2002)]. В стратегической архитектуре ресурсы в виде стоков-накопителей представляют собой важные ресурсы организации, поскольку на их основе создается конкурентное преимущество. «Потоки» на входе и выходе представляют собой увеличение или истощение ресурса, что контролируется внутренней и внешней политикой организации. Сеть причинно-следственных связей объединяет структуру ресурсов организации и управляет процессами аккумулирования ресурсов.

Комбинация самовоспроизводящихся кругов обратной связи становится прочной основой стратегической архитектуры роста[1]. Примером может служить стратегическая архитектура развития торговой марки. Возьмем компанию, работающую на рынке FMCG (Fast-Moving Consumer Goods), которая планирует вывести на рынок, например, новую марку препарата для ухода за кожей лица. Рассмотрим пример возможной стратегической архитектуры бренда[2]. В таблице 4.2 представлены необходимые ресурсы для вывода торговой марки на рынок (упрощенный вариант).

Основными ресурсами, которые нужно вовлечь для успешной раскрутки торговой марки, являются (1) потребители, информированные о торговой марке; (2) магазины, продающие торговую марку; (3) команда менеджеров по продажам у компании-производителя. Компания-производитель может достаточно легко манипулировать количеством продавцов, увеличивая их число в случае необходимости для повышения продаж. Кроме того, посредством рекламной кампании компания-производитель может воздействовать на заинтересо-

[1] *Warren K.* The Dynamics of Strategy // Business Strategy Review. 1999. Vol. 10, Iss. 3. P. 1–16.

[2] *Warren K.* Competitive Strategy Dynamics. Wiley, 2002.

Katalevsky_1.indd 166 28.03.2011 16:10:25

Таблица 4.2

Ресурсы, необходимые для вывода новой торговой марки (ТМ)

Материальные ресурсы	Единицы измерения ресурса	Входящие и исходящие потоки	Ед. измерения вход./исход. потоков	Катализаторы динамики ресурсов
Информированные потребители	Потребители, человек	Новые потребители информированные	Тысяч человек в месяц	Реклама, доступность продукта
		Потребители, теряющие интерес к продукции		Интерес к другим продуктам
Магазины, продающие ТМ	Магазины	Новые магазины, закупающие ТМ	Магазины в месяц	Спрос потребителей, продажи сейлз-менеджеров, цена ТМ
		Магазины, отказавшиеся от ТМ		Лучшие продажи других марок
Менеджеры по продажам	Продавцы, человек	Найм новых менеджеров	Человек в месяц	Зарплаты, политика найма персонала
		Увольнение менеджеров		Стресс на работе, неудовл. заработная плата

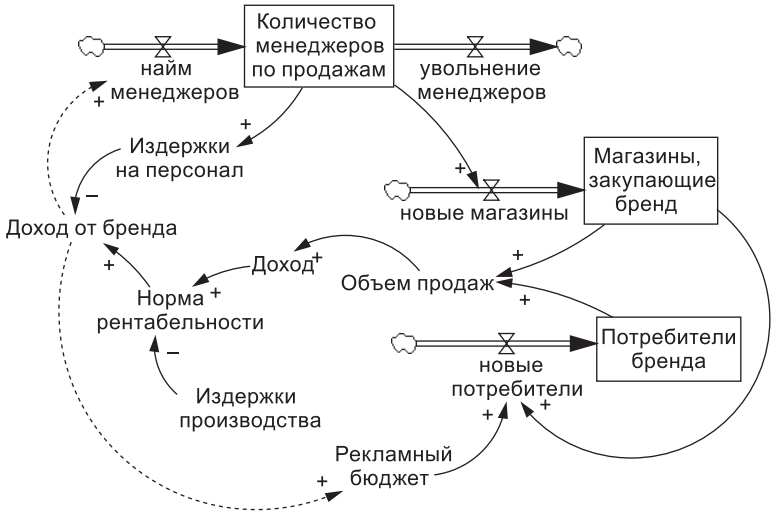
Источник: *Warren K.* Competitive Strategy Dynamics. Wiley, 2002.

ванных потребителей, стимулируя тем самым покупку новой торговой марки.

Потребители, интересующиеся торговой маркой, могут быть привлечены как посредством рекламной кампании, так и в тот момент, когда увидят торговую марку на полках магазинов. Соответственно, чем больше магазинов размещает торговую марку на своих полках, тем большее количество потребителей может ею заинтересоваться. Количество магазинов, закупающих новую торговую марку, в свою очередь, зависит не только от успешной работы менеджеров по продажам, но и от количества заинтересованных покупателей: чем их больше, тем выше продажи данного бренда в магазине и тем больше магазинов, заинтересованных в закупке данной торговой марки. Рисунок 4.30 отражает модель описанной стратегической архитектуры данного примера.

Анализ стратегической архитектуры организации позволяет найти специфические *точки приложения управленческого решения*, которые позволят эффективно влиять на успешное развитие организации. В случае с рассмотренным выше примером

Katalevsky_1.indd 167 28.03.2011 16:10:25



Источник: *Warren K.* Competitive Strategy Dynamics. Wiley, 2002.

Рис. 4.30. Стратегическая архитектура вывода на рынок нового бренда

компании, управляющей косметическим брендом, управленческое решение может быть принято в отношении как минимум трех следующих факторов:

1) *цена торговой марки*: более высокая цена на торговую марку позволит повысить прибыль компании, но влечет риск снижения объема продаж;

2) *количество менеджеров по продажам*: с одной стороны, его увеличение повлечет увеличение издержек компании, а с другой, отразится на росте объема продаж торговой марки. Полученная в результате дополнительная прибыль может быть потрачена на увеличение рекламного бюджета компании, что также будет способствовать росту популярности бренда и, как следствие, — его продажам и дальнейшей прибыли;

3) *бюджет расходов на рекламу*: чем он больше, тем большее количество новых клиентов можно будет привлечь. Как и в предыдущем случае, можно исследовать границу эффективности затрат на рекламу: в случае создания такого рода модели можно сколь угодно долго экспериментировать в гипотетической среде без риска неправильно вложиться и потерять деньги.

Таким образом, финансовые возможности организации являются преимущественно следствием ее ресурсной архитектуры, а динамический ресурсный подход (DSRV) позволяет выявить факторы управления ростом издержек и доходов организации и умело манипулировать ими. Данная методика также

Katalevsky_1.indd 168 28.03.2011 16:10:25

позволяет по-новому взглянуть на анализ «стоимостной цепочки» (value chain analysis), впервые предложенный Майклом Портером в 1980 г. С момента своего появления такой анализ позволил сделать важные выводы о стратегии функционирования организации. Однако, по мнению специалистов в области системной динамики, несмотря на все преимущества анализа стоимостной цепочки, неоднократно описанные в академической литературе, его главным недостатком является *статичность*: в отличие от методологии анализа стратегии компании, представленной Уорреном, методология Портера не позволяет учесть динамических аспектов функционирования компании.

Как видно из рисунка, данная модель управления организацией основана на эксплуатации позитивной обратной связи. Как отмечалось в Главе 3, успешная эксплуатация положительной обратной связи может способствовать необычайно быстрому росту и крупному успеху ряда компаний. Такие истории процветания, как взлет Microsoft, необычайно быстрый рост авиакомпании People Express в США в начале 1980-гг., успешность продукции компании Apple, феномен iMode в Японии и многие другие, хорошо описаны в академической литературе и основываются на успешных стратегиях самовоспроизводящегося роста.

Однако самовоспроизводящийся цикл роста ресурса также таит в себе потенциальную опасность: цикл самовоспроизводящегося роста может превратиться в цикл экспоненциального коллапса, когда уменьшение стратегического ресурса повлечет еще более быстрое его снижение.

Допустим, в компании, специализирующейся на оказании профессиональных услуг (например, в сфере управленческого или юридического консалтинга), необходимо особенно внимательно осуществлять мониторинг текучести кадров в организации. В случае, если по ряду причин текучесть кадров выходит за рамки приемлемого уровня и количество увольняющихся сотрудников растет, объемы задач, необходимых к выполнению, перераспределяются

Рис. 4.31. Опасность экспоненциального коллапса для консалтинговых фирм

Katalevsky_1.indd 169 28.03.2011 16:10:25

на оставшихся сотрудников. Вследствие увеличения нагрузки оставшиеся сотрудники перерабатывают и, по мере накопления синдрома «сгорания», становятся все более склонными к увольнению, тем самым опять снижая количество работников в организации и запуская новый круг обратной связи.

Контрольные вопросы и задания

- *Каковы основные положения ресурсного подхода к управлению?*
- *Каковы признаки стратегически ценного для организации ресурса? Каким образом формируется конкурентное преимущество в рамках ресурсного подхода?*
- *Концепция «стратегической архитектуры» К. Уоррена. Каковы возможности моделирования организаций? Есть ли пределы моделирования? Поясните на примерах.*

📖 Подробные сведения о ресурсном подходе и моделировании стратегической архитектуры организации можно найти в следующих работах:

Книги

Warren K. Competitive Strategy Dynamics. Wiley, 2002.
Warren K. Strategic Management Dynamics. John Wiley & Sons, 2008.

Публикации

Barney J.B. Firm resources and sustained competitive advantage // Journal of Management. 1991. 17 (March). P. 99–120.
Dierickx I., Cool K. Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage // Management Science. 1989. 35 (December). P. 1504–1511.
Morecroft J.D. Resource Management Under Dynamic Complexity // J.D. Morecroft, A. Heene, R. Sanchez (eds.). Systems Perspectives on Resources, Capabilities, and Management Processes. Oxford: Pergamon, 2002.
Каталевский Д.Ю. Эволюция концепций стратегического менеджмента: от Гарвардской школы внешней среды до ресурсного подхода к управлению // Государственное управление. Электронный вестник. Вып. № 16. http://e-journal.spa.msu.ru/16_2008Katalevskiy.html

Глава 5

СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА И АГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В предыдущих главах рассматривались преимущества от использования системной динамики в принятии управленческих решений. В настоящее время системная динамика представляет собой мощный инструмент для поддержки принятия решений, который востребован как учеными, так и практиками управления. Однако нельзя не упомянуть еще об одном перспективном направлении имитационного моделирования, развивающемся сегодня стремительными темпами, — агентном моделировании (agent-based modeling, или ABM).

В настоящей главе мы кратко остановимся на предпосылках появления агентного моделирования, его преимуществах и недостатках по сравнению с системной динамикой, а также перспективных областях его приложения.

По нашему мнению, ни системная динамика, ни агентное моделирование сами по себе не могут достоверно отразить всю полноту сложности окружающего мира, и лишь комбинированное моделирование, объединяющее в рамках одной модели и системно-динамическую и агентную компоненты, позволяет максимально приблизиться к пониманию сложных социально-экономических проблем.

5.1. Экономика сложности и агентное моделирование

Сегодня мы являемся свидетелями, пожалуй, одной из самых значительных трансформаций экономической науки за всю ее историю. Пока еще трудно оценить полностью последствия сдвига экономической парадигмы, поскольку сейчас, по нашему мнению, экономика находится в своеобразной «точке бифуркации», из которой эта дисциплина выйдет качественно преобразившейся. Как отмечает Эрик Бейнхокер, мы наблюдаем переход «от традиционной экономики к экономике сложности (complexity economy)»[1]. Во многом это

[1] *Beinhocker E.D.* The Origin of Wealth: Evolution, Complexity and the Radical Remarking of Economics. Random House Business Book, 2007.

Katalevsky_1.indd 171 28.03.2011 16:10:25

обусловлено множеством исследований, проведенных за последние 30–40 лет, опровергающих один из главных постулатов классической экономики о рациональности поведения экономических агентов.

Помимо трудов Герберта Саймона, уже упоминавшихся в предыдущих главах, и предложенной им концепции ограниченной рациональности, множество ученых из различных областей внесло значительный вклад в понимание иррациональной природы принятия решений. Фундаментальными трудами в данной области принято считать исследования Дэниэла Канемана (Daniel Kahneman) и Амоса Тверски (Amos Tversky), специалистов в области когнитивной психологии. В 2002 г. Дэниэлу Канеману и Вернону Смиту, соавтору Канемана по ряду исследований, была вручена Нобелевская премия по экономике за исследования в области принятия решений[1]. В своих работах Д. Канеман и А. Тверски показали, что в реальности люди плохо справляются с решениями, где требуется логический анализ, подвержены влиянию эффектов якорения (anchoring), зато достаточно успешны в быстром распознавании шаблонов/образцов поведения или ситуаций, а также в интерпретации информации на основе собственного субъективного опыта[2]. Широкий резонанс данные исследования получили благодаря удачно выбранной методологии исследования — сравнительно простым экспериментам, позволившим наглядно продемонстрировать источники ошибочных решений и исключавшими любое двусмысленное толкование. Как отмечал Дэниэл Канеман, «...ключевой характеристикой [экономических] агентов является не то, что они неправильно рассуждают, а то, что они зачастую действуют на основе интуиции... и поведение таких агентов зависит не от того, как они могут просчитывать [последствия], но от того, на что они обратят внимание в данный конкретный момент...»[3].

---

[1] Наиболее значительные исследования в области особенностей принятия решений Канеман совершил совместно со своим коллегой и другом Амосом Тверски в 1970–1990-х гг., однако Тверски не дожил до вручения премии, скончавшись в 1996 г.

[2] *Kahneman D.* Maps of Bounded Rationality: a Perspective on Intuitive Judgement and Choice. Nobel Prize lecture, December 8, 2002; *Kahneman D., Tversky A.* Prospect theory: An analysis of decisions under risk // Econometrica. 1979. 47 (2). P. 313–327.

[3] *Kahneman D.* Maps of Bounded Rationality: Psychology of Behavioral Economics // The American Economic Review. 2003. 93(5). P. 1469.

Katalevsky_1.indd 172 28.03.2011 16:10:26

Исследования Д. Канемана и А. Тверски, Р. Талера[1], А. Рубинштейна[2], К. Камерера[3], Дж. Лоуэнстайна[4], Б. Артура[5] и многих других позволили создать целую область экономики — *поведенческую экономику* (behavioral economics), занимающуюся изучением иррациональных особенностей принятия решений. В совокупности данные исследователи опровергают традиционный тезис о том, что люди как экономические агенты стремятся максимизировать полезность при принятии решений. Как уже упоминалось, Герберт Саймон полагал, что при принятии решений человек стремится не максимизировать свою потребность, а скорее принять наиболее удовлетворительное решение, которое даст средний результат. Например, при выборе станции заправки рациональное принятие решений потребует посетить все доступные станции в округе и выбрать наиболее дешевую, тогда как, согласно Г. Саймону, человек доедет до ближайшей заправки и в случае, если цены там будут в целом приемлемыми, там и заправится.

«Экономика сложности» в настоящий момент не является четко оформившейся научной дисциплиной — скорее это область междисциплинарных исследований, включающих в себя аспекты поведенческой экономики, теории сетей (network theory), имитационного моделирования, теории хаоса, а также идеи, заимствованные из физики, биологии, антропологии, когнитивной психологии и других естественнонаучных и гуманитарных дисциплин. Широкую известность получил Институт Санта Фе (Santa Fe Institute), некоммерческая организация, финансируемая ведущими международными корпорациями, которая занимается изучением различных аспектов теории сложности и возможностями их практического приложения (см. таблицу).

Представление об экономике как о *сложной адаптивной системе* влечет необходимость поиска и применения новой методологии, которая бы позволила моделировать «возникаемость» процессов. Понимая, что поведение системы формируется из

---

[1] *Thaler R.H.* Mental accounting matters // Journal of Behavioral Decision Making. 1999. 12 (3). P. 183–206.

[2] *Rubinstein A.* Modelling Bounded Rationality. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.

[3] *Camerer C.F.* Behavioral game theory: Experiments on strategic interaction. Princeton: Princeton University Press, 2003.

[4] *Loewenstein G., O'Donoghue T.* Animal Spirits: Affective and Deliberative Influences on Economic Behavior. Carnegie Mellon University, 2004.

[5] *Arthur W.B.* Designing Economic Agents that act like human agents: A Behavioral Approach to Bounded Rationality // The American Economic Review. 1991. 81(2). P. 353–359.

Katalevsky_1.indd 173 28.03.2011 16:10:26

	Экономика сложности (complexity economy)	Традиционная экономика
Динамика	Открытая внешней среде, нелинейное изменение, находится в неравновесном состоянии, изменяющаяся	Статичная, находится в состоянии равновесия, закрытая система
Агенты	Имитация поведения на индивидуальном уровне, использование сложных правил принятия решения (как рациональных, так и иррациональных), самообучающиеся, принимают решения в условиях неполноты информации	Моделирование обобщенного/агрегированного поведения, рациональный подход к принятию решений (максимизация полезности), полнота информации
Сетевые эффекты	Учитываются	Не учитываются
«**Возникаемость**»	Нет жесткого разделения на микро- и макроэкономику; поведение системы возникает из взаимодействия на микроуровне	Разделение на микро- и макроэкономику

Источник: *Beinhocker E.D.* The Origin of Wealth: Evolution, Complexity and the Radical Remarking of Economics. Random House Business Book, 2007. P. 97.

взаимодействия множества агентов, каждый из которых обладает определенными особенностями поведения, пытаться прогнозировать поведение социальной системы становится чрезвычайно сложно. Некоторые исследователи предлагают изучать экономические системы посредством их искусственного воспроизведения (Роберт Акстелл[1], Эрик Бонабо[2], Джошуа Эпштейн[3] и другие). Например, Р. Аксельрод отмечает привлекательность агентного подхода к моделированию сложных социально-экономических систем следующим образом: «Социальные науки стремятся понять не только то, каким образом складывается поведение индивидов, но также и то, как взаимодействие между многими индивидами приводит к возникновению значительных последствий. Для понимания политической или экономической системы требуется больше, чем простое понимание [поведения] индивидов в данной системе. Необходимо понимать, как индивиды взаимодействуют друг с

[1] *Axtell R.* Why agents? On the varied motivations for agent computing in the social sciences. Working paper 17, Center on Social and Economic Dynamics, Brookings Institution. Washington, D.C., 2000.

[2] *Bonabeau E.* Agent-based modeling: methods and techniques for simulating human systems // Procedures National Academy of Sciences. 2001. 99 (3). P. 7280–7287.

[3] *Epstein J., Axtell R.* Growing artificial societies: social science from the bottom up. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

Katalevsky_1.indd 174 28.03.2011 16:10:26

другом и каким образом вследствие этого результат становится больше, чем сумма частей...»[1]

Применение агентного моделирования позволяет выявлять, как значительные социальные последствия рождаются из небольших и на первый взгляд даже незначительных факторов, определяющих поведение и взаимодействие многих агентов.

Агентное моделирование как раз является инструментом, при помощи которого возможно успешное моделирование сложных адаптивных систем. Агентное моделирование позволяет моделировать не агрегированные элементы системы, как, например, это делает системная динамика при помощи системы потоков и накопителей, а, напротив, базируется на идее моделирования процессов «снизу вверх»: в основе модели лежит набор основных элементов, из взаимодействия которых рождается обобщенное поведение системы. Важно понимать, что в данном случае задача состоит не в том, чтобы найти оптимальное экономическое равновесие, а в том, чтобы попытаться понять природу сложных социальных явлений. «Возникающее» поведение (emergent behavior) представляет собой результат взаимодействия элементов системы. Соответственно, в рамках данного подхода к моделированию возникает необходимость корректно отобразить механизм поведения и взаимодействия элементов системы — так называемых «агентов». Агентами, например, могут быть не только индивидуумы (продавцы, покупатели, избиратели и т.п.), но также и социальные группы — семьи, компании и т.п. В частности, в рассматривавшейся ранее модели Басса агентами могут выступать покупатели, приобретающие определенные товары или услуги, тогда как при моделировании ситуации конкуренции на рынке в качестве агентов могут выступать компании, борющиеся за долю рынка.

Для экономических моделей основным элементом является некое количество взаимодействующих между собой «агентов». Ю.Г. Карпов отмечает, что агент представляет собой «некую сущность, которая обладает активностью, автономным поведением, может принимать решения в соответствии с некоторым набором правил, может взаимодействовать с окружением и другими агентами, а также может изменяться»[2]. Одно из наиболее полных определений агентов приводят Чарльз Макал и

[1] *Tesfatsion L., Judd K.L.* Handbook of Computational Economics. Vol. 2: Agent-Based Computational Economics. Handbooks in Economics Series. Amsterdam: North-Holland, 2006.

[2] *Карпов Ю.Г.* Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Anylogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2009.

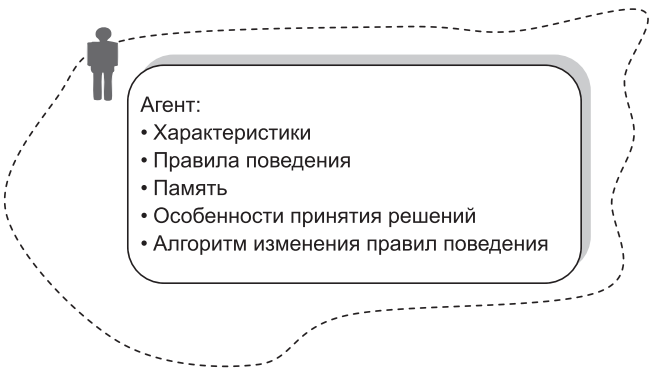
Katalevsky_1.indd 175 28.03.2011 16:10:26

Михаэль Норт в работе «Tutorial on agent-based modeling and simulation», согласно которой агент должен обладать следующими характеристиками:

- Агент является «идентифицируемым», т.е. представляет собой конечного индивидуума с набором определенных характеристик и правил, определяющих его поведение и правила принятия решений. Агент автономен и может независимо действовать и принимать решения по взаимодействию с другими агентами.
- Агент находится в определенной среде, позволяющей ему взаимодействовать с другими агентами. Агент может коммуницировать с другими (контактировать при определенных условиях и отвечать на контакт).
- Агент имеет определенную цель (но не обязательно целью является максимизация блага, как принято считать в классической экономике), влияющую на его поведение.

И, наконец, в ряде моделей выделяется также способность агента к самообучению:

- Агент гибок и обладает способностью самообучения с течением времени на основе собственного опыта. В ряде случаев агент может даже изменять правила поведения на основе полученного опыта[1].



Агентное моделирование фактически *превращает экономиста в экспериментатора над сложными социально-экономическими явлениями*, а специализированная программа по имитационному моделированию представляет собой своеобразную лабораторию/испытательный полигон для исследований.

[1] *Macal C., North M.* Tutorial on agent-based modeling and simulation // Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference. Center for Complex Adaptive Systems Simulation (CAS). Argonne National Laboratory.

Katalevsky_1.indd 176 28.03.2011 16:10:26

Агентное моделирование может носить как абстрактно-теоретический характер, так и с успехом использоваться для решения весьма конкретных прикладных проблем.

Например, множество агентных моделей посвящено проблемам пешеходного и автомобильного трафика, вопросам эвакуации и поведения людей в чрезвычайных ситуациях. Для подробного знакомства с данным классом моделей заинтересованным читателям следует порекомендовать исследование *Understanding Crowds Behaviors*, проведенное специалистами университета Лидса (Leeds University) по заказу Правительства Великобритании[1]. В этой работе учеными проведен глубокий анализ существующих научных исследований, а также теоретической и практической литературы в области изучения поведения толпы, алгоритмов действия людей в чрезвычайных ситуациях, способов управления толпой для предотвращения распространенных в подобных случаях негативных последствий. В данном отчете обосновывается, что одним из наиболее перспективных подходов к изучению данного феномена является агентное моделирование, даны ссылки на основополагающие агентные модели в этой области.

В рамках настоящего учебного пособия целесообразно отметить уже ставшее классическим исследование Д. Хелбинга, Т. Вицека и И. Фаркаша по поведению толпы в экстремальной ситуации[2]. Ими было построено несколько моделей пешеходного движения и эвакуации людей, которые дали весьма интересные результаты. Виртуальные эксперименты позволили не только наглядно продемонстрировать результат неуправляемого поведения толпы в ситуации паники, но — что гораздо важнее — позволили объяснить этот феномен и найти эффективные способы по минимизации негативных последствий.

Например, в одном из своих экспериментов Д. Хелбинг и его коллеги смоделировали ситуацию эвакуации людей из помещения с единственным выходом. Эксперимент был построен таким образом, что в случае спокойного поведения (средняя скорость менее 1,2 м/сек) все люди могли спокойно покинуть помещение без ущерба для себя. В случае возникновения опасности скорость движения агентов увеличивалась (до 1,5 м/сек), что кардинально меняло ситуацию: в дверях образовывалось

[1] Understanding Crowds Behaviors: Guidance and Lessons Identified. The Cabinet Office Emergency Planning Colledge, 2009. http://lubswww2.leeds.ac.uk/COSLAC/index.php?id=66

[2] *Helbing D., Viscek T., Farkas I.* Simulating dynamical features of escape panic // Nature. 2000. 407. P. 487–490.

Katalevsky_1.indd 177 28.03.2011 16:10:26

слишком большое скопление людей, которое препятствовало выходу и закупоривало помещение. В случае же еще более высокой скорости (до 5 м/сек) происходило сдавливание в дверях некоторых агентов, которое способствовало тому, что в результате движение было полностью парализовано.

Модель показала интересный результат, когда условия эксперимента были немного модифицированы: в помещении перед дверями устанавливалось небольшое искусственное препятствие — в данном случае в виде колонны. В этом случае при прочих равных условиях скорость эвакуации из помещения существенно возрастала, так как колонна подобно волнорезу «рассекала» толпу, тем самым увеличивая пропускную способность выхода (рис. 5.1, см. цв. вклейку).

Данная модель позволила выработать рекомендацию по необходимости установки искусственных препятствий, разделяющих толпу и упорядочивающих ее движение (здесь уместно вспомнить заборы в переходах некоторых станций московского метро).

В другой своей модели те же авторы исследовали проблему эвакуации из помещения с несколькими выходами. Дирк Хелбинг и его коллеги хотели получить ответ на вопрос, выгодно ли стадное поведение (herding behavior) в чрезвычайных ситуациях, или же каждому агенту предпочтительно действовать самостоятельно — на свой страх и риск. Предполагалось, что агенты ищут выход случайным образом, передвигаясь по помещению наугад (в данном случае авторы исходили из реалистичного предположения, что в случае, например, пожара в закрытом помещении завеса дыма резко ограничивает видимость).

Оказалось, что некоторая «стадность» полезна: если агенты сбивались в небольшие группки, шансы случайным образом найти выход возрастали. Если кто-то один найдет выход, то за ним потянется вся группа. Однако же в случае увеличения уровня стадности происходил обратный эффект: чем больше разрасталась группа, тем менее мобильной она оказывалась, соответственно, большинство агентов весьма неэффективно тратило время на спасение. Соответственно, даже в случае успешного обнаружения одного из выходов, большое количество людей быстро его «закупоривало», как было описано выше. Результаты моделирования представлены на рис. 5.2, см. цв. вклейку.

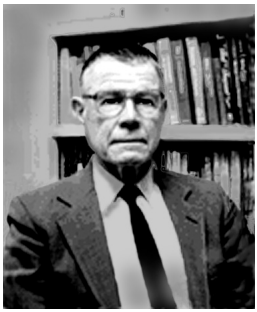
Практические выводы, которые можно сделать из данных агентных моделей: толпа ведет себя *нерационально*, соответственно, даже если в помещении предусмотрено несколько

Katalevsky_1.indd 178 28.03.2011 16:10:26

аварийных выходов, то неправильно полагать, что люди будут равномерно эвакуироваться из них, подобно жидкости, вытекающей из сосуда с несколькими отверстиями. В случае подобных ситуаций *выгодно кооперироваться в малые группы,* поскольку это повышает шансы на спасение.

* * *

Модели движения пешеходов и поведения людей в чрезвычайных ситуациях представляют собой лишь одну из множества областей успешного применения агентных моделей в управлении. Отсчет истории применения агентных моделей для исследования социально-экономических феноменов можно с уверенностью начинать с модели расовой сегрегации Томаса Шеллинга[1].


Томас Шеллинг

Одну из первых агентных моделей по социально-экономической тематике разработал Томас Шеллинг еще в 1970-х гг. Позже результаты, полученные в ходе данного имитационного эксперимента, были описаны в книге Шеллинга «Micromotives and Macrobehavior»[2]. Он исследовал проблему расовой сегрегации в американских городах. Имитационное моделирование Шеллинг использовал для поиска ответа на вопрос, возможно ли формирование сегрегированного поселения даже в случае, если для людей в целом не характерны расовые предрассудки. Имитационная модель показала, что гетто могут образовываться спонтанно — без наличия целенаправленной политики властей города, а всего лишь вследствие взаимодействия индивидуумов.

В модели Т. Шеллинга было два класса агентов: черные и белые жители, которые проживают по соседству друг с другом. В качестве района города Шеллинг использовал аналог шахматной доски размером 64 клетки. Каждый агент оценивает своих непосредственных соседей, расположенных на примыкающих к нему клетках. Согласно заложенным Шеллингом правилам, каждый агент стремится поселиться в окружении,

[1] В 2005 г. Томас Шеллинг и Роберт Ауманн получили Нобелевскую премию по экономике «за улучшение нашего понимания конфликта и кооперации посредством применения теории игр».

[2] *Schelling T.* Micromotives and Macrobehavior. New York: W.W. Norton and Company, 1978.

Katalevsky_1.indd 179 28.03.2011 16:10:26

где превалируют агенты того же цвета. Исходя из этого простого правила формируется модель поведения агента:

- агент, который имеет только одного соседа, переедет, если это сосед другого цвета;
- агент, имеющих двух соседей, не будет переезжать, если хотя бы один из них того же цвета, что и он;
- агент, проживающий по соседству от 3 до 5 человек, не будет переезжать, если хотя бы 2 из них будут его цвета;
- агент с соседями от 6 до 8 человек не будет переезжать, если хотя бы 3 из них будут одного цвета.

В соответствии с такими довольно гибкими предпочтениями вполне возможно сосуществование равномерно распределенных черных и белых агентов. В этом случае система находится в равновесии и нет необходимости что-либо менять. Однако в реальности небольшие изменения происходят постоянно. Так и в модели Шеллинга: случайным образом несколько агентов (например, трое) удаляются с поля (свободные клетки C4, D3 и E2), тем самым нарушая равновесие (рис. 5.3). Как только они удалены с поля, находящиеся поблизости от них соседи этого же цвета осознают, что теперь баланс нарушен, и решают перебраться на клетки, где они будут в окружении агентов того же цвета (например, на клетки A1 и H8). Нетрудно предвидеть, что это запускает механизм самовоспроизводящейся обратной связи, согласно которому остальные агенты также начинают приспосабливаться к изменившейся ситуации. Если агент не может найти себе комфортное положение, то он покидает город (поле) насовсем.

Интересный факт: хотя каждый агент имеет довольно гибкую систему предпочтения соседей, которая не требует, чтобы все 100% были обязательно его же цвета, со временем эффект сегрегации начинает проявляться все более значительно (рис. 5.4). Спустя несколько итераций система достигнет состояния равновесия, и в ряде случаев оно может проявляться в виде значительных эффектов сегрегации. Таким образом, система из агентов, поведение которых основывается на оценке исключительно локальной ситуации (прямых соседей), демонстрирует значительное изменение из-за самоорганизующихся процессов. Это и есть пример так называемого «возникающего поведения» системы, которое достаточно сложно (и зачастую едва ли возможно!) предугадать заранее: (макро)порядок возник из неорганизованного и неконтролируемого (микро)поведения агентов.

Katalevsky_1.indd 180 28.03.2011 16:10:26

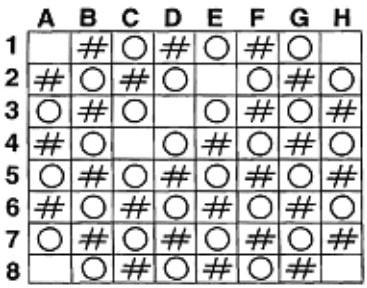


Рис. 5.3. Начало эксперимента: равновесие

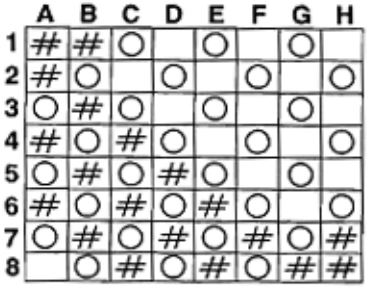


Рис. 5.4. Итог эксперимента: сегрегация

Дэвид Баттен, анализируя результаты экспериментов Томаса Шеллинга, отмечал, что даже незначительное изменение в правилах принятия решения агентами могло дать совсем другой результат[1]. Так, Шеллинг программировал своих агентов таким образом, что каждый житель удовлетворен, если хотя бы 37,5% его соседей принадлежат к тому же классу. Интересно, что если снизить это требование до 33%, то изначальная система намного более стабильна и удаление с поля трех агентов не вызовет таких сильных изменений. Это наблюдение имеет важное значение для агентного моделирования: «возникающее» из поведения агентов поведение системы основано на механизме и правилах взаимодействия агентов, и *даже небольшое изменение правил* — в модели Шеллинга это предпочтения соседства — *может привести к значительным изменениям* (данный эффект, известный как «эффект бабочки», был впервые выявлен и проанализирован Эдвардом Лоренцом, известным американским математиком и метеорологом, в 1960-х гг. в рамках проводимых им исследований движения воздушных масс в атмосфере).

Исследования Томаса Шеллинга получили широкую известность и способствовали активному распространению интереса к агентному моделированию. Как видно из примера с моделью Шеллинга, типовой подход к агентному моделированию заключается в моделировании агентов с определенными правилами поведения и принятия решений, на основании которых агент может действовать независимо и вступать во взаимоотношения с другими агентами.

[1] *Batten D.* Discovering Artificial Economics: How Agents Learn Economies Evolve. Boulder, Colo.: Westview Press, 2000.

Katalevsky_1.indd 181 28.03.2011 16:10:26

Изначально Шеллинг проводил свои эксперименты на основе доски и фишек, изображающих агентов, и лишь потом стал применять компьютерное моделирование. Со времен Шеллинга имитационное моделирование значительно продвинулось, что связано как с быстрым распространением мощных компьютеров, так и появлением соответствующего программного обеспечения (программы *NetLogo*, *RePast*, *Swarm*, *Anylogic* и многие другие), часть которого находится в открытом доступе.

В целом специалисты выделяют четыре базовые стадии построения агентной модели:

1) *определение границ модели*: какое явление/событие моделируется, каковы его рамки;

2) *определение поведения/взаимодействия агентов*: разработка модели поведения/принятия решений агентом и его взаимодействия с остальными агентами;

3) *разработка и апробация модели*;

4) *проведение анализа чувствительности и калибровка модели.*

Контрольные вопросы и задания

- *Что такое «экономика сложности»? Критерии отличия экономики сложности от традиционной экономики.*
- *Агентное моделирование и феномен «возникаемости». Признаки, позволяющие выделить «агента».*
- *Исследования Т. Шеллинга: модель расовой сегрегации, ее результаты и значение.*

5.2. Построение агентных моделей

Агентное моделирование основывается на иных принципах, нежели системная динамика. Можно выделить два основных типа построения агентных моделей:

- на основе программного кода (*примером может служить программа NetLogo*);
- на основе карты состояний («стейтчарта») и переходов между состояниями (*примером такого подхода служит программа Anylogic*).

В данном пособии мы сфокусируемся на втором подходе, который, по нашему мнению, более удобен и интуитивно понятен для начинающих специалистов по агентному моделированию. Стейтчарты (statecharts) представляют собой карту состояния агента и переходов между ними: «Стейтчарты стро-

Katalevsky_1.indd 182 28.03.2011 16:10:26

ятся из состояний и переходов между ними. Система может находится в каждый момент только в одном состоянии. Переходы из состояния в состояние случаются, если происходит событие, связанное этим переходом, и условие, связанное с переходом (если оно есть), выполнено...»[1]

Простейший пример стейтчарта представлен на рис. 5.5 для модели Басса, которую мы рассматривали в предыдущей главе (здесь и далее агентные модели выполнены в программе Anylogic). На стейтчарте изображен переход из состояния *Потенциальный Клиент* в состояние *Клиент*. Триггером (т.е. пусковым сигналом для перехода) стала реклама, которую агенты воспринимают, и с некоторой вероятностью они совершают переход в определенный момент времени t.

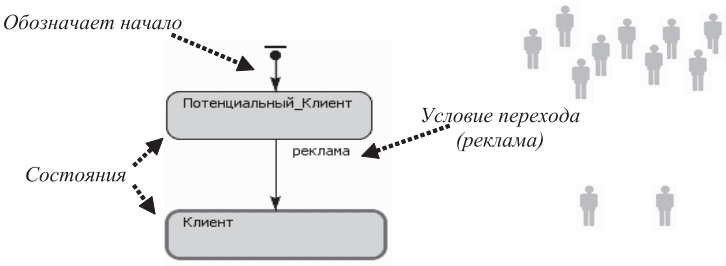


Рис. 5.5. Простейший стейтчарт модели Басса

Например, если мы моделируем ситуацию с сотней агентов, а их восприимчивость к рекламе равна 10% (за единицу времени 10% увидевших рекламу решают совершить покупку — т.е. из *Потенциального Клиента* стать *Клиентом*), то через 2 периода времени (может быть выражено в любых единицах — минутах, часах, днях, неделях и т.п.) количество *Потенциальных клиентов* уменьшится на 19 человек [=(100*10%) + (90*10%)], а количество *Клиентов* возрастет на эту же величину.

Ниже представлен модифицированный стейтчарт, в котором отражен эффект устной рекламы, когда *Клиенты* при контакте с *Потенциальными Клиентами* посылают им сигнал «Купи!» (обозначен стрелкой внутри состояния *Клиент*), а те, как и в случае с рекламой, воспринимают его с некоторой вероятностью. При этом эффект от рекламы также присутствует, и часть *Потенциальных Клиентов* становится *Клиентами* под воздействием рекламы.

[1] *Карпов Ю.Г.* Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Anylogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. С. 93.

Katalevsky_1.indd 183 28.03.2011 16:10:26

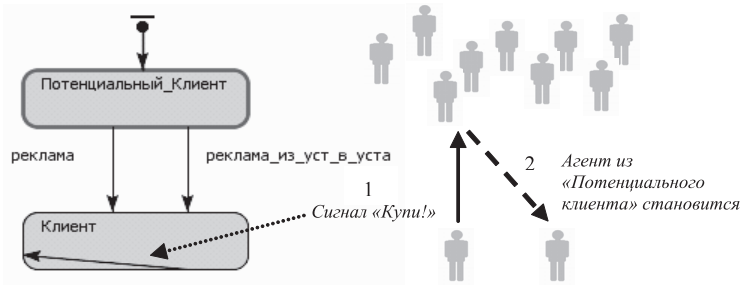


Рис. 5.6. Стейтчарт по модели Басса: реклама и механизм «сарафанного радио»

Модель можно усложнить, добавив и другие состояния агентов, как, например, стейтчарт *Лояльный клиент*, в который будут переходить некоторые клиенты — т.е. станут постоянными покупателями. При этом можно моделировать различные условия перехода агентов от одного состояния (*Клиент*) к другому (*Лояльный клиент*):

- при помощи статистических закономерностей, когда мы знаем, что *определенная доля клиентов становится со временем лояльными клиентами*: например, возможен переход, согласно которому, предположим, 20% клиентов, совершивших первую покупку, возвращаются в компанию второй раз (предположим, что это известно из отслеживаемой нами статистики покупок клиентов);
- при помощи разнообразных условий: например, при действии определенных программ лояльности, или же если известна определенная закономерность, утверждающая, что, сделав определенное количество покупок в Компании А (к примеру, три и более), *Клиент* становится лояльным.

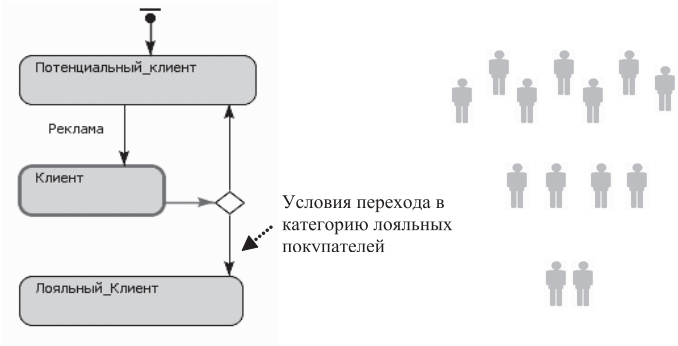


Рис. 5.7. Расширенный стейтчарт состояний и переходов агентов

Katalevsky_1.indd 184 28.03.2011 16:10:27

Вернемся к рассмотренной нами ранее в разделе 4.3 модели Басса. Тогда мы использовали следующие данные:

- Потенциальные клиенты (Potential Clients) = 20 000 человек;
- Количество контактов (Contact Rate) = 12 человек в неделю;
- Доля заинтересованных (Adoption Fraction) = 0,02 (2% потенциальных клиентов при контакте с уже существующим клиентом совершают покупки и становятся клиентами);
- Эффективность рекламы (Advertising effectiveness) = 0,05 (5% потенциальных клиентов при прослушивании рекламы совершают покупки и становятся клиентами).

Структура агентной модели Ф. Басса представлена на рис. 5.8.

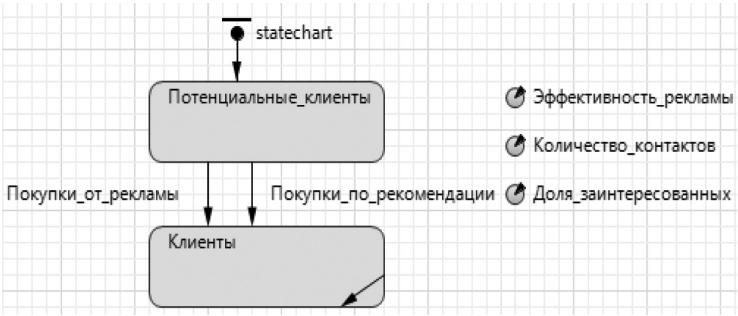


Рис. 5.8. Модель Ф. Басса (агентный подход)[1]

Поведение системы представлено на рис. 5.9, см. цв. вклейку (единицы модельного времени — недели (по горизонтали), по вертикали — количество агентов).

Полученная диаграмма кажется идентичной системно-динамической диаграмме, однако в реальности это не совсем так. В отличие от системной динамики, в агентном подходе моделируется поведение каждого из агентов — соответственно, результаты не могут быть «усредненными», как в случае с системной динамикой. Полученный график будет представлять собой ломаную кривую со своеобразными «запилами», которые отражают неравномерность перехода агентов в каждый момент времени из одного состояния в другое (в данном случае из состояния *Потенциальные клиенты* в состояние *Клиенты*). Следует отметить также, что агентное моделирование очень удобно использовать в случае, если мы можем себе хорошо представить *логику индивидуального поведения* и *взаимодействия* агента.

[1] Модель выполнена в программе Anylogic.

Katalevsky_1.indd 185 28.03.2011 16:10:27

В этом случае выбор агентного подхода представляется весьма естественным.

Почему же мы не видим этого отчетливо на данной диаграмме? Это происходит вследствие достаточно большого числа моделируемых агентов — кривая как бы «сглажена». Однако если уменьшить количество агентов до 2 000 человек, то диаграмма покажется более «зубчатой» (рис. 5.10, см. цв. вклейку). Это придает бóльшую реалистичность моделируемым процессам.

Таким образом, при помощи агентного моделирования можно смоделировать конкуренцию на рынке среди нескольких компаний, каждая из которых реализует собственную стратегию воздействия на потенциальных клиентов: рекламную кампанию (соответственно, у разных компаний она проводится с разной интенсивностью), разовые промо-акции, долгосрочные программы лояльности, эффекты «сарафанного радио» и т.п. Увеличить сложность имитационной модели можно, предусмотрев на определенном этапе изменение предпочтений клиентов или критериев выбора ими компании, — например переход на более дорогие товары с ростом благосостояния или же, наоборот, ориентация на более дешевые товары или услуги при снижении доходов агентов. Области практического применения такой модели самые разные — от тестирования разнообразных стратегий и сценариев управления компанией до создания имитационных тренажеров и игр, обучающих сотрудников компании основам бизнеса. Более подробно данная проблематика рассмотрена в следующем разделе данной главы в рамках описания авторской имитационной модели «Евросвязь».

Одной из разновидностей диффузных моделей является *модель распространения эпидемий*, известная в научной литературе как *SIR*-модель (английская аббревиатура от Susceptive—Infected—Recovered, «Подверженный—Зараженный—Выздоровевший»). Данный тип моделей широко распространен как в системной динамике, так и в агентном моделировании. Как и модель Басса, модель распространения эпидемии не очень сложна и представляет собой удобный практический пример для знакомства с особенностями агентного моделирования.

Модель SIR предусматривает, что агент может последовательно находиться в следующих состояниях:

1. *Подверженный заражению*: здоровый человек, у которого еще нет иммунитета;

Katalevsky_1.indd 186 28.03.2011 16:10:27

2. *Зараженный*: заражение уже произошло, однако вирус в организме проходит инкубационный период;

3. *Заболевший*: болезнь переходит в активную стадию, во время которой человек пребывает на карантине и проходит курс активного лечения;

4. *Выздоровевший*: человек выздоровел и, в зависимости от болезни, приобрел к ней иммунитет.

Несложная агентная модель распространения эпидемии представлена на рис. 5.11. Данная модель включает в себя несколько стадий, каждая из которых имеет свою специфику. Так, можно выделить состояние *Зараженный* и *Заболевший*. Например, в стадии *Зараженный* человек может ходить на работу и даже не подозревать, что он заразился. Можно смоделировать, что в состоянии зараженности агент может пребывать от 2 до 6 дней (в среднем — 4 дня), что соответствует инкубационному периоду заболевания. В этом случае он в среднем будет контактировать примерно с 5−10 другими агентами, и вероятность их заражения составит, например, от 10 до 20% (в среднем — 15%) — так называемая *контагиозность* болезни.

По истечении инкубационного периода *зараженный* агент переходит в состояние *заболевшего*. Предположим, что в этом состоянии он пребывает дома на карантине и проходит курс лечения. В этом состоянии можно смоделировать, что контагиозность агента значительно выше, чем в состоянии зараженности, но при этом количество контактов ограничено, так как он пребывает дома или в больнице. Соответственно, в данном состоянии он не будет активным распространителем болезни. По прошествии определенного времени — данное время определяется параметром *Средняя длительность болезни* — агент выздоравливает.

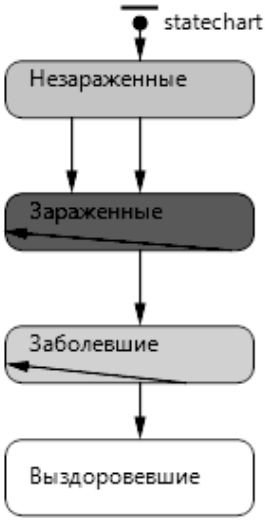


Рис. 5.11. Базовая диаграмма состояний агентов в модели распространения эпидемий

Дополнительно в модель можно ввести показатель смертности. В этом случае агент из состояния *Заболевший* будет переходить в состояние *Выздоровевший* с определенной вероятностью p, тогда как его переход в состояние *Смертность* будет осуществляться с вероятностью $(1 - p)$. Также модель

Katalevsky_1.indd 187 28.03.2011 16:10:27

можно дополнить и усилиями по вакцинации, когда агенты в состоянии *Незараженные* при помощи вакцинации переходят в состояние *Вакцинированные* и уже не подвержены риску заражения. Переход в данное состояние может происходить, например, по *определенной вероятности* (если известна статистика вакцинации) или же *по условию* — в случае, если вакцина имеется в наличии (в данном случае возможно смоделировать ситуацию практически любого уровня сложности, учитывая производственный цикл изготовления вакцины, задержку в поставках и т.п.). Данная диаграмма состояний представлена на рис. 5.12.

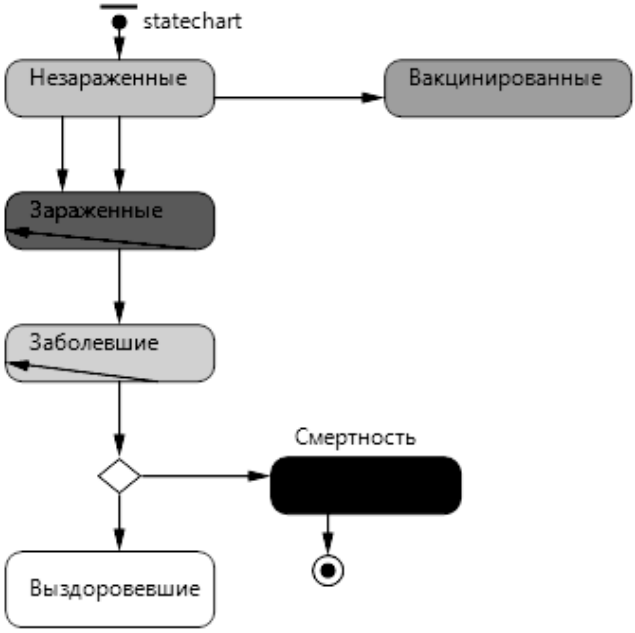


Рис. 5.12. Расширенная диаграмма состояний агентов в модели распространения эпидемий

Поведение модели при перечисленных ниже параметрах представлено на рис. 5.13 (см. цв. вклейку):

- Количество агентов, человек: 2000
- Среднее количество контактов в день (зараженные), ед./день: 5
- Среднее количество контактов в день (заболевшие), ед./день: 1
- Контагиозность зараженных: 15%
- Контагиозность заболевших: 80%
- Длительность заболевания (мин.), дней: 5

Katalevsky_1.indd 188 28.03.2011 16:10:27

- Длительность заболевания (макс.), дней: 14
- Уровень смертности: 5%
- Количество доступных вакцин (изначально): 50 ед.
- Среднее время изготовления вакцины, дней: 4
- Запаздывание поставки вакцины, дней: 2

На рис. 5.13 (см. цв. вклейку) видно, как эпидемия, начав распространяться с двух очагов, постепенно охватывает все население. Количество незараженных (синий цвет) постепенно падает, тогда как количество зараженных и заболевших (красный и желтый цвет соответственно) уже прошло пик, а количество выздоровевших (зеленый цвет) устойчиво растет.

Интересно протестировать модель на практике путем проведения эксперимента на основе реальных данных. Попробуем провести эксперимент в области агентного имитационного моделирования, чтобы оценить вероятные последствия, например, от заболевания вирусом Эбола населения в размере 2000 человек. Для этого воспользуемся статистикой, полученной на основе анализа реальных случаев заболевания.

В одном из медицинских исследований Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) рассматривается несколько последовательных вспышек заболевания, произошедших в период с 31 июля по 6 октября 1979 г. в Судане[1]. Всего заболевших было 34 человека: 21 женщина и 13 мужчин (из них 32 взрослых и 2 ребенка). Было зарегистрировано 22 смертельных случая (65%), смерть наступала в период от 5 до 15 дней (в среднем — 9 дней) после заражения. Болезнь характеризуется высоким индексом контагиозности — около 90%. Поскольку на момент издания данного пособия вакцины от вируса Эбола не существует, исключим возможность вакцинирования из нашего эксперимента.

Итак, на основе описанной выше агентной модели проведем эксперимент со следующими параметрами:

- Индекс контагиозности: 90%
- Инкубационный период: 2–5 дней
- Заразность: до 21 дня
- Продолжительность заболевания: от 5 до 15 дней (в среднем — 9 дней)
- Группа риска: взрослые и дети
- Смертность: 50–90% (в среднем 65%)
- Вакцинация: неприменимо

[1] *Baron R.C., McCormick J.B., Zubeir O.A.* Ebola virus disease in southern Sudan: hospital dissemination and intrafamilial spread // Bulletin of the World Health Organization. 1983. 61 (6). P. 997–1003.

Katalevsky_1.indd 189 28.03.2011 16:10:27

Подставив данные в модель, мы получим динамику распространения болезни, изображенную на рис. 5.14 (см. цв. вклейку). Чтобы не усложнять эксперимент, оставим прочие параметры, как в предыдущей модели: количество контактов зараженных в среднем равно пяти в день; инкубационный период составляет от 2 до 5 дней, в среднем — 3 дня; «умершие» агенты пропадают с поля.

Проведенный нами эксперимент позволяет наглядно оценить вероятные последствия эпидемии вируса Эбола для нескольких тысяч жителей. Очевидно, что в условиях отсутствия вакцины необходимы другие меры, чтобы предотвратить распространение эпидемии — к примеру, карантин или же резкое снижение контактов. В модель можно внести соответствующие изменения и провести еще несколько итераций. Таким образом на основе агентного моделирования можно формировать практически любые сценарии развития событий, что позволяет исследователю получить значительную гибкость.

Помимо этого, агентное моделирование также позволяет проводить интересные исторические эксперименты. Например, по мнению Джареда Даймонда, известного американского географа, во многом успешному покорению Америки европейцами способствовало не столько технического превосходство завоевателей над индейцами (огнестрельное оружие против луков и стрел), сколько микробы: «Сколь бы велико ни было число жертв свирепых испанских конкистадоров, свирепые испанские микробы перекрыли его многократно»[1].

Масштабы этих эпидемий поражают воображение — в течение ста лет после вторжения в Мексику испанских конкистадоров население страны сократилось более чем в десять раз. Даймонд описывает это следующим образом:

«...Возьмем, к примеру, высадку Кортеса на мексиканском побережье в 1519 г. и его завоевательный поход во главе отряда из 600 испанцев против многомиллионной и крайне воинственной ацтекской империи. Тот факт, что Кортесу удалось достичь ацтекской столицы Теночтитлан, уйти оттуда, потеряв “всего лишь” две трети своего войска, и пробиться обратно к побережью, демонстрирует и военное преимущество испанцев, и первоначальную наивность ацтеков. Однако, когда Кортес напал снова, ацтеки больше не были наивны и дрались за каждую свою улицу с величайшим упорством. Союзником испанцев, решивших исход войны, на этот раз стала оспа, которая достигла Мексики в 1520 г. благодаря одному зараженному рабу, прибывшему с покоренной испанцами Кубы. Вспыхнувшая эпидемия выкосила

[1] *Даймонд Д.* Ружья, микробы, сталь: судьбы человеческих сообществ. М.: АСТ, CORPUS, 2010.

Katalevsky_1.indd 190 28.03.2011 16:10:27

ряды ацтеков почти наполовину, включая императора Куитлауака, а уцелевшие были деморализованы таинственной напастью, которая, убивая индейцев, почему-то щадила испанцев — как будто в наглядное доказательство их непобедимости. К 1618 г. мексиканское население, которое перед началом европейского завоевания составляло 20 миллионов, сократилось примерно до 1,6 миллиона... Для обеих Америк сокращение коренного населения за одно-два столетия после прибытия Колумба оценивается сегодня до 95%»[1].

Такого рода случаи представляют собой специфическое поле приложения для агентного моделирования, что позволяет взглянуть по-новому и глубже понять, казалось бы, хорошо изученные исторические процессы. Агентное моделирование позволяет сделать историческую науку экспериментальной и ввести в нее сослагательное наклонение, которое порой может дать богатую пищу для размышлений современному поколению.

* * *

Практически неограниченные возможности по программированию агентов позволяют исследователю создавать при необходимости очень сложные модели, в которых детально можно отразить процесс принятия решений покупателями. Особо следует подчеркнуть, что агентное моделирование может вводить иррациональные моменты принятия решений, на которых акцентирует внимание поведенческая экономика (behavioral economics). В связи с этим имитационное моделирование становится мощным инструментом поддержки принятия решений для руководителя: например, перед проведением рекламной кампании заказчик может оценить ее потенциальный эффект на целевую аудиторию, приблизительно выявить потенциальную отдачу от вложенных средств и, соответственно, целесообразность данных затрат. В некоторых программах, таких как Anylogic, существует возможность также включить в имитационное моделирование анализ сети контактов клиентов (network analysis), чтобы точнее оценить динамику взаимодействия и реакции клиентов на новый продукт или услугу.

Перспективы агентного моделирования впечатляют. Однако несмотря на колоссальный потенциал подобного вида моделирования, при разработке моделей очень важно грамотно сформулировать проблему и исходя из этого поставить задачу. А это требует высокой экспертизы и опыта — в противном случае «мусорные» данные на входе дадут такой же результат и на выходе.

[1] Там же. С. 316–318.

Katalevsky_1.indd 191 28.03.2011 16:10:27

Чтобы этого не произошло, модель необходимо разрабатывать, опираясь на накопленные в компании базы данных о поведении клиентов, их ценовых предпочтениях, мотивах выбора и т.п. К сожалению, на практике многие компании имеют весьма условное представление об особенностях потребительских предпочтений и мотивации выбора клиентов. Так, например, в рамках переговоров по разработке имитационной игры для обучения персонала с одним из лидеров на рынке по продаже сотовых телефонов выяснилось, что у компании недостаточно данных для разработки имитационной модели. На ключевой вопрос, — каким образом потребитель выбирает компанию для покупки сотового телефона, — ключевые сотрудники компании (менеджмент среднего звена) затруднились дать ответ.

Между тем представляется, что знание мотивов выбора потребителя является ключевым для успешной работы на рынке. Например, если главным является фактор цены сотового телефона, то для успеха на рынке необходимо реализовывать программу лидерства по издержкам и продавать телефоны с минимальной наценкой. Если же определяющим фактором является репутация компании как надежного продавца, то это совсем другая стратегия. А возможно, что основным фактором при выборе компании, в которой осуществляется покупка телефона, является наличие близко расположенного к дому магазина или же просто консерватизм покупателя, уже совершавшего в определенной компании хотя бы одну покупку. Без наличия этой информации вряд ли возможно разработать реалистичную агентную модель поведения покупателей на рынке, которая позволит тестировать эффективность той или иной стратегии развития ритейлера мобильных телефонов.

Контрольные вопросы и задания

1. *Модель Басса. Построить агентную модель Ф. Басса и провести анализ чувствительности, варьируя основные параметры.*
- *Количество контактов* (*изменяется от 2 до 10 контактов с шагом 2 контакта*).
- *Доля заинтересованных* (*изменятся от 1 до 5% с шагом 1%*).
- *Эффективность рекламы* (*изменяется от 2 до 10% с шагом 2%*).
- *Среднее время использования продукта* (*от 1 до 12 месяцев с шагом 3 месяца*).

2. *На основе материалов книги Дж. Даймонда «Ружья, микробы, сталь» смоделируйте примерный ход эпидемия кори на Фарерских островах в 1781 г.* (*стр. 305*). *Предположения по контагиозности, смертности болезни и другим параметрам возьмите из современных справочников по эпидемиологии.*

Katalevsky_1.indd 192 28.03.2011 16:10:27

5.3. Агентное моделирование на примере имитационной игры «Евросвязь»

Автором проводилась работа по разработке имитационной игры по управлению компанией, занимающейся продажей сотовых телефонов, — «Евросвязь». В основе игры лежит комплексная имитационная модель, объединяющая системную динамику и агентное моделирование. В рамках модели реализованы различные сценарии управления сотовым ритейлером на рынке, традиционно отличающемся высокой конкуренцией.

В основе модели — конкуренция трех компаний (А, Б, В), занимающихся продажей сотовых телефонов и аксессуаров к ним. Имитационная модель позволяет участнику эксперимента попробовать себя в роли управляющего компанией, который должен периодически принимать ряд управленческих решений, определяющих развитие компании и ее конкурентоспособность на рынке. К таким решениям относятся, например:

- наценка на продаваемую продукцию;
- расходы на рекламу;
- объем расходов на программы лояльности клиентов;
- расходы на персонал (найм, подготовку);
- количество открываемых/закрываемых магазинов.

В зависимости от принимаемых решений меняется конкурентоспособность компании. Более того, участник имитационного эксперимента поставлен в условия, когда принимаемые решения будут иметь как краткосрочные, так и долгосрочные последствия. Например, высокая наценка в краткосрочном периоде позволяет заработать больше прибыли и, соответственно, из накопившейся прибыли финансировать экспансию компании — открывать новые магазины. Однако в долгосрочном плане высокие цены заставят потенциальных покупателей переключаться на конкурентов, если у них цены ниже.

Точно так же последовательные отчисления на финансирование программы повышения лояльности не приносят заметного эффекта в краткосрочной перспективе, однако на более длительном горизонте планирования способны дать значительный положительный эффект, поскольку при сформировавшейся широкой базе лояльных покупателей компания может позволить себе увеличивать наценку без риска потерять покупателей.

В игре важно учитывать долгосрочный эффект обратной связи: чем больше продажи компании, тем выше ее доля на рынке по сравнению с конкурентами. Чем выше доля на рынке, тем больше рычагов влияния на поставщиков получает данная компания

Katalevsky_1.indd 193 28.03.2011 16:10:27

и, соответственно, тем выгоднее условия осуществления закупок у поставщиков. Таким образом она получает возможность сохранять высокую маржу, не увеличивая цену для покупателей.

Имитационная игра «Евросвязь» содержит и основы модели Басса: на первом этапе (этап развития рынка сотовых телефонов, когда компании только выходят на рынок и еще не известны населению) потенциальные покупатели становятся покупателями посредством:

- рекламы;
- по рекомендации уже купивших ранее (предусмотрено взаимодействие агентов друг с другом).

На рис. 5.15 дана упрощенная схема поведения агента, лежащая в основе модели (в данном случае речь идет об Этапе 1). Агент из *Потенциального покупателя* становится покупателем компании А, Б или В. В модели предусмотрено, что агент может находиться в состоянии *Покупателя* в течении 18–30 месяцев — т.е., соответственно, от полутора до двух с половиной лет, что в целом коррелирует со сроками пользования мобильным телефоном среднестатистическим покупателем до момента его замены. Конкретный срок пользования телефоном у каждого агента определяется случайным образом, но не может быть меньше полутора или больше двух с половиной лет. По истечении данного срока агент может либо перейти в категорию *Лояльных покупателей* данной компании, либо перейти в пул *Повторных покупателей*. В каждый определенный момент времени переход в категорию *Лояльных покупателей* осуществляется при выполнении определенных условий: например, при достижении определенного уровня расходов на внедрение программ лояльности фиксированный процент покупателей будет становиться лояльным, т.е. совершать повторную покупку в той же компании. Со временем лояльные клиенты становятся наиболее ценным активом компании, так как они не «изменяют» ей, даже если у конкурентов цены ниже.

Если же агент не стал лояльным, то он становится повторным покупателем — в этом случае его решение опосредовано несколькими критериями. Модель предусматривает довольно сложную модель принятия агентом решения о выборе компании для повторной покупки телефона. Повторный покупатель анализирует предложения всех трех компаний и принимает решение о покупке в той или иной компании на основе:

- *Ценовых предпочтений*: преимущество получает та компания, которая продает телефон с минимальной наценкой по сравнению с конкурентами;

Katalevsky_1.indd 194 28.03.2011 16:10:27

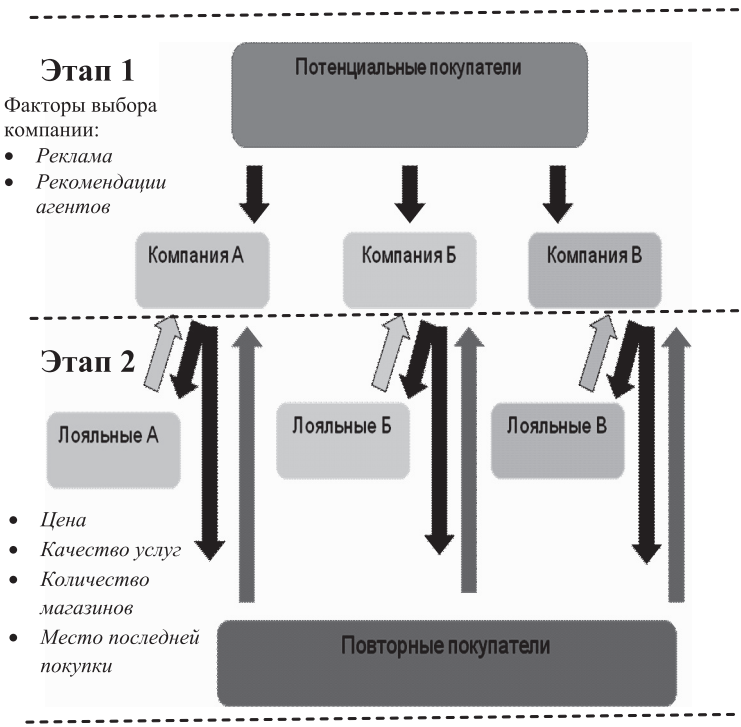


Рис. 5.15. Модель поведения агентов в имитационной игре «Евросвязь»

- *Учета прошлого опыта покупки* («консерватизм»): компания, в которой он совершил последнюю покупку, изначально имеет небольшое преимущество, которое тем не менее может оказаться значимым при определенных условиях;
- *Качества обслуживания* и *количества магазинов компании*: при этом преимущество получает компания с наиболее высоким уровнем сервиса (зависит от расходов на подготовку персонала) и наибольшим количеством магазинов (так как чем больше магазинов, тем выше вероятность того, что магазин компании будет расположен поблизости от места проживания агента).

Все эти факторы трансформируются в Индекс Привлекательности Компании, который может рассчитываться как средневзвешенное значение критериев выбора агента и их соответствующих весов (например, фактор цены может иметь до 50% веса в решении агента, фактор удобства расположения магазина — 20%, качества обслуживания и опыта прошлой по-

Katalevsky_1.indd 195 28.03.2011 16:10:28

купки — по 15%). Соответственно, агент, находящийся в стейтчарте *Повторный покупатель*, принимает решение о покупке в определенной компании на основе *комплекса* критериев.

Задачей участника имитационной игры становится принятие управленческих решений, позволяющих компании, за которую он играет, стать лидером на рынке на момент окончания игры. Игровой период рассчитан на 10 лет, игрок может принимать свои решения по истечении каждых 6 месяцев — т.е. 2 раза в год. Таким образом, участник игры может совершить максимум 20 ходов. Играть возможно как индивидуально, так и в команде.

Основная цель имитационного эксперимента — как и в реальной жизни, поставить участников перед необходимостью распределять ограниченные ресурсы (в данном случае — прибыль компании) по нескольким ключевым направлениям. Фактически принимаемые решения формируют стратегию компании.

Описанные выше условия позволяют реализовать самые разнообразные стратегии управления компанией, как, например:

- *Лидерство по цене*: ориентация на краткосрочное преимущество. Агрессивная реклама, демпинг цен, быстрая экспансия (примером может служить кейс компании «Евросеть», описанный во второй части данного пособия);
- *Лидерство по качеству*: ориентация на долгосрочное преимущество — сбалансированный рост, инвестиции в персонал и повышение качества услуг, ставка на развитие базы лояльных клиентов, гибкая ценовая политика (пример — компания «Связной»).

Можно комбинировать/изменять стратегии в зависимости от стадии развития рынка:

- стадия растущего рынка;
- стадия насыщенного рынка.

Также разработанная имитационная модель позволяет протестировать различные *сценарии* игры, которые потребуют от участников адаптации к изменяющейся ситуации, например:

1) поступательное развитие конкурентов (одинаковая политика на протяжении всей игры);

2) разорение и уход с рынка одного из конкурентов;

3) ценовые «войны»: предусматривают на определенном этапе резкий ценовой демпинг со стороны конкурентов и необходимость адекватных действий со стороны игрока;

Katalevsky_1.indd 196 28.03.2011 16:10:28

4) резкое изменение стратегии конкурентов, например инвестиции в программы лояльности.

На рис. 5.16 (см. цв. вклейку) представлены некоторые скриншоты игры — диаграммы, которые видит участник, отражающие различную информацию о результатах деятельности компании и ее конкурентов (доля рынка, количество магазинов у каждой компании, количество покупателей (в том числе и лояльных), средняя стоимость телефона, выручка компаний).

На наш взгляд, подобная имитационная игра способствует развитию и формированию навыков системного мышления и принятия решений в динамически сложной среде у участников. Выполненная на основе комбинации агентного и системно-динамического моделирования, «Евросвязь» наглядно демонстрирует мощный потенциал как агентного моделирования, так и одновременного использования обоих подходов.

5.4. Агентное моделирование и системная динамика: сравнительный анализ

В таблице 5.1 дана краткая сравнительная характеристика системной динамики и агентного моделирования (адаптировано по N. Schieritz, P. Miling, 2003[1]).

Таблица 5.1

Сравнительная характеристика двух подходов к имитационному моделированию

	Системная динамика	Агентное моделирование
Базовый элемент модели	Петля обратной связи	Агент
Область анализа	Структура системы	Правила поведения агента
Уровень моделирования	Макроуровень	Микроуровень
Направление моделирования	Сверху вниз	Снизу вверх
Время	Непрерывное	Дискретное
Аппарат в основе моделирования	Математика (дифференциально-интегральные уравнения)	Логика (поведения)

[1] *Shieritz N., Milling P.* Modeling the Forest or Modeling the Trees. A Comparison of System Dynamics and Agent-Based Simulation // Proceedings of the International System Dynamics Society Conference, 2003.

Katalevsky_1.indd 197 28.03.2011 16:10:28

Системно-динамические модели состоят из петель обратной связи, которые формируют поведение системы. Этот вид моделирования полезен при выявлении важных переменных и установлении взаимосвязей между ними. Как мы уже отмечали выше, в агентном моделировании базовой единицей модели является агент, функционирующий в определенной окружающей среде. Каждый агент действует самостоятельно и взаимодействует с другими агентами на основе определенных правил. Результатом взаимодействия агентов становится поведение системы в целом.

«Структура (системы) диктует поведение» — один из главных постулатов специалистов по системной динамике. В Главе 2 объяснялось, что именно структура системы диктует ее поведение: экспоненциальный рост, осцилляцию, превышение с последующим коллапсом и т.п. Под структурой понимается комбинация взаимосвязанных потоков и накопителей. В агентном моделировании правила поведения агентов, закладываемые исследователем, формируют поведение системы. Следует отметить, что правила поведения и взаимодействия агентов могут гибко меняться, показывая способность агента к самообучению, что позволяет отразить феномен «возникаемого» поведения. Согласно Гилберту, «возникаемое поведение формируется, когда взаимодействие между объектами на одном уровне приводит к возникновению объектов на другом уровне... т.е. феномен является “возникаемым”, если для его описания требуются новые категории, которые не требовались для описания поведения элементов, лежащих в его основе»[1].

Как уже отмечалось, системная динамика фокусируется на моделировании макроуровня — системы в целом. Однако это не означает, что системная динамика может применяться исключительно к моделированию макроэкономики или глобальных социально-экономических процессов. Под понятием «макро» в данном случае имеется в виду агрегирование моделируемых данных: например, в модели Басса, которая подробно рассматривалась в Главе 4, Потенциальные Клиенты и Клиенты были представлены в обобщенном виде (в виде накопителей, пополняемых или истощаемых потоками), и мы предполагали, что им всем свойственен общий тип поведения. Несложно воспроизвести модель Басса при помощи агентного подхода, но тогда общая ситуация в каждый момент будет складываться из суммы индивидуального поведения каждого агента. В этом случае мы программируем «микрообъекты», которые позволяют получить обобщенный результат (подход «снизу вверх»).

[1] N. Gilbert, R. Conte (eds.). Artificial Societies: Computer Simulation of social life. London, 1995.

Katalevsky_1.indd 198 28.03.2011 16:10:28

Агентное моделирование имеет важное преимущество перед системно-динамическими моделями: возможность адаптации. Согласно Холланду, адаптацию можно определить как *модификацию структуры модели с целью более эффективного действия в окружающей среде*[1]. В системно-динамическом моделировании структура модели определена изначально и не может быть изменена в ходе имитационного эксперимента, так как структура модели фиксированна. Как отмечают Н. Шериз и П. Миллинг, системно-динамические модели, тем не менее, могут адаптироваться, если под адаптацией понимать не изменение структуры модели, а изменение доминирования петель обратной связи[2]. Например, рассматривавшийся в Главе 2 S-образный рост вызван доминированием на первоначальном этапе петель положительной обратной связи, вызывающих экспоненциальный рост, которое постепенно уступает балансирующим петлям обратной связи, стабилизирующим систему. Агентные модели позволяют успешно реализовать эффект адаптации в полном объеме: некоторые агентные модели позволяют проследить эволюцию агентов, во время которой агенты обмениваются «генами» детерминированным или случайным образом (так называемые мутации). Широко известна модель SugarScape Джошуа Эпштейна (Joshua Epstein) и Роберта Акстелла (Robert Axtell), исследователей из Brookings Institute, одного из лидирующих научно-исследовательских институтов в Вашингтоне, в рамках которой была реализована эта возможность[3].

В основе агентного моделирования, согласно исследователям, лежит логика поведения, закладываемая на стадии разработки модели. Например, мы разрабатываем агентную модель поведения покупателя автомобиля, а именно: модель выбора дилера, продающего марку приглянувшегося ему автомобиля. В этом случае мы должны будем заложить в модель принятия решения покупателя правила и основные критерии, по которым он выбирает того или иного дилера. Это может быть цена, по которой дилер продает приглянувшийся автомобиль, и размер скидок, близость расположения салона дилера к дому покупателя, репутация дилера, условия гарантийного обслуживания и т.п. Также модель можно усложнить, если ввести параметр «памяти» агента, показывающий, как прошлый опыт покупок может повлиять на будущее решение. В отличие

[1] *Holland J.* Adaptation in natural and artificial systems. Cambridge, 1975.
[2] *Shieritz N., Milling P.* Modeling the Forest... P. 8.
[3] *Epstein J.M., Axtell R.* Growing artificial societies. Washington, D.C.: Brookings Institution Press; Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

Katalevsky_1.indd 199 28.03.2011 16:10:28

от системной динамики, один из основных принципов которой состоит в том, что текущее поведение системы есть результат прошлого, компонент «памяти» у агента может снизить зависимость будущего поведения от текущей динамики.

В системной динамике источником нелинейности поведения системы является концепция аккумулирования. Она находит отражение в потоках и накопителях, ответственных за возникновение эффектов запаздывания. Не оспаривая данный тезис, агентное моделирование использует так называемые «события», способные вызвать изменения в поведении системы. Например, в модели Т. Шеллинга изначальное равновесие (пусть и хрупкое) нарушалось, когда несколько агентов удалялось с поля, тем самым провоцируя серию изменений. Использование событий при моделировании представляется очень удобным, поскольку позволяет значительно усложнять модели. Так, в примере с моделированием выбора автомобиля можно включить событие резкого изменения дохода агента (например, уменьшение дохода в определенный момент). В этом случае, если цена и размер скидок дилера были важными, но не определяющими параметрами, а приоритет отдавался репутации дилера, то событие изменения дохода может повлечь пересмотр модели принятия решения агентом и, как следствие, новое поведение — полный отказ от покупки или же покупка б/у автомобиля и т.д.

Таблица 5.2

Ситуации целесообразного применения агентного подхода

Когда может быть полезно агентное моделирование?
• *Когда агенты могут адаптировать и изменять собственное поведение с течением времени.*
• *Когда важно отразить активное взаимодействие агентов между собой, изменяющее их поведение.*
• *Когда агенты самообучаются.*
• *Когда моделируемой системе свойственно «возникающее» поведение.*

Какой вывод можно сделать из вышесказанного? Значит ли это, что агентное моделирование более предпочтительно, чем системно-динамический подход? Безусловно, нет. И тот и другой вид моделирования имеет свои плюсы и минусы. Системную динамику сравнивают с «моделированием леса», тогда как агентное моделирование — с «моделированием деревьев». Зачастую бывает сложно разработать детальную агентную модель, где учитывались бы все причинно-следственные связи, влияющие на решение агента. В зависимости от типа проблем,

Katalevsky_1.indd 200 28.03.2011 16:10:28

с которыми сталкивается исследователь, может быть целесообразно применять либо системно-динамический подход, либо агентный подход, либо оба сразу.

Значительное развитие за последние годы программного обеспечения для имитационного моделирования позволяет успешно интегрировать системную динамику с агентным моделированием. В частности, одним из наиболее интересных решений комбинированного моделирования является программа *Anylogic* российской компании XJ Technologies, которая позволяет достаточно успешно интегрировать агентное моделирование в системно-динамические модели, тем самым значительно повышая глубину проработки проблемы.

Например, при моделировании динамики фондового рынка широкое распространение получило именно агентное моделирование, поскольку оно позволяет учесть как рациональные аспекты принятия решений по инвестированию на рынке, так и иррациональные моменты (в частности, «эффект толпы»), объясняющие формирование «пузырей» на рынке. Для более подробного изучения приложения агентного моделирования к фондовому рынку можно порекомендовать, например, работы ЛеБарона[1], Артура[2] и других. При моделировании иных явлений, например товарных рынков, которым свойственен эффект запаздывания, целесообразно использовать системную динамику.

Симбиоз системной динамики и агентного моделирования может быть полезен при моделировании потребительских рынков, когда требуется одновременный учет как макропараметров (динамика отрасли в целом и т.д.), так и понимание микрофакторов, определяющих выбор потребителями той или иной компании. Так, отрасль и бизнес компании можно смоделировать при помощи системной динамики, а поведение потребителей — при помощи агентного моделирования. В этом случае комбинация данных методов позволит создать уникальную по глубине проработки проблематики модель, которая сможет учесть все нюансы поведения потребителей, не теряя из виду общей картины. Разработка и применение подобных моделей на практике может помочь компании значительно повысить качество принимаемых решений и одновременно оптимизи-

---

[1] *LeBaron B.* A Builder's Guide to Agent Based Financial Markets // Quantitative Finance. 2001. Vol. 1, № 2. P. 254–261.

[2] *Arthur W.B., Hollander J., LeBaron B., Palmer R., Tayler P.* Asset pricing under endogenous expectations in an artificial stock market // W.B. Arthur, S. Durlauf, D. Lane (eds.). The Economy as an Evolving Complex System II. Reading, MA: Addison-Wesley, 1997. P. 15–44.

Katalevsky_1.indd 201 28.03.2011 16:10:28

ровать затраты, так как убережет от неэффективных и дорогостоящих решений.

Таким образом, комбинация системно-динамического и агентного моделирования может успешно применяться на практике, когда индивидуальное поведение агентов (людей, компаний и т.п.) формализуется посредством агентного подхода, окружающая среда (макроперспектива) — при помощи системной динамики.

В заключение уместно привести цитату из статьи «Революционное значение теории сложности и будущее экономической науки» Д. Коландера, профессора Колледжа Миддлберри (США), чью точку зрения мы полностью разделяем:

«Сегодня агентное моделирование переживает период становления, но... оно станет главным методом в экономической науке будущего. Пока вычислительная мощь удваивается каждые восемнадцать месяцев, получение информации при помощи такого моделирования будет только дешеветь, в конечном счете становясь для политиков все более привлекательным методом расчета последствий возможных политических курсов. Набор имитационных моделей, включающий в себя результаты наблюдений и экспериментов, а также эмпирические данные, сформирует теоретическую основу для каждого нового про-

Таблица 5.3

Некоторые области применения агентного подхода

Приложения агентного моделирования	
Бизнес и Управление • Производство • Рынок товаров широкого потребления • Логистика • Страхование	**Общество** • Моделирование исторических процессов • Моделирование девиантного поведения
Экономика: • Искусственный интеллект • Сети	**Терроризм**: • Социальные причины • Организационные сети
Инфраструктура: • Рынки электроэнергии • Транспортная отрасль (включая проблемы пробок и трафика)	**Военные разработки:** • Оптимальные системы управления • Сценарное планирование
Поведение человека: • Поведение в толпе • Моделирование поведения в чрезвычайных ситуациях	**Биология**: • Экология • Поведение животных в группе • Фунционирование клеток • Внутриклеточное взаимодействие молекул

Источник: *Macal Ch., North M.* Tutorial on agent-based modeling and simulation // Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference. Center for Complex Adaptive Systems Simulation (CAS). Argonne National Laboratory.

Katalevsky_1.indd 202 28.03.2011 16:10:28

блемного поля, которое возникнет из того, что когда-то называлось экономической наукой...»[1]

Контрольные вопросы и задания

- *Сравнительная характеристика системной динамики и агентного моделирования.*
- *Основные преимущества и недостатки агентного моделирования в сравнении с системной динамикой.*
- *Области приложения агентного моделирования.*

📖 Ниже приведены некоторые работы об агентном моделировании для более подробного ознакомления:

Книги

Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Anylogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2009.

Axelrod R. The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1997.

Epstein J.M., Axtell R. Growing artificial societies. Washington, D.C.: Brookings Institution Press; Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

Публикации

Борщев А. От системной динамики и традиционного имитационного моделирования — к практическим агентным моделям: причины, технологии, инструменты. http://www.xjtek.com

Axtell R. Why agents? On the varied motivations for agent computing in the social sciences. Working paper 17, Center on Social and Economic Dynamics. Washington, D.C.: Brookings Institution, 2000.

Gilbert N., Terna P. How to build and use agent-based models in Social Science // Mind & Society. 2000. Vol. 1. № 1. P. 57–72.

Macal Ch., North M. Tutorial on agent-based modeling and simulation. Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference. Center for Complex Adaptive Systems Simulation (CAS). Argonne National Laboratory.

Интернет-ресурсы

Один из наиболее полных интернет-ресурсов по агентному моделированию на сайте профессора Л. Тесфатсион: http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/ace.htm

Подборка статей по агентному моделированию на сайте компании XJ Technologies: http://www.xjtek.com/support/download/papers/

Другие ресурсы

Информацию о последних исследованиях в области сложных систем можно найти на сайте Института Санта Фе (США): http://www.santafe.edu/

[1] *Colander D.* The Complexity Revolution and the Future of Economics. Middlebury College Working Paper Series 0319. Middlebury College, Department of Economics, 2003.

Katalevsky_1.indd 203 28.03.2011 16:10:28

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Предлагаемые вопросы могут быть использованы как для самоконтроля и самопроверки слушателей курса, так и для проведения зачета/экзамена по результатам прослушанного курса.

Глава 1

1. Каковы особенности принятия решений в динамически сложной среде? Приведите определение динамически сложной среды.
2. Какую роль имели исследования Д. Дёрнера, Б. Бремера, Д. Стермана и др. для понимания природы принятия решений в динамически сложной среде? Охарактеризуйте кратко суть и результаты основных экспериментов по принятию решений в динамически сложной среде.
3. Каковы основные причины низкой эффективности принятия решений в динамически сложной среде?
4. Охарактеризуйте феномен «контр-интуитивного» поведения системы. Приведите примеры.
5. Каковы причины контр-интуитивного поведения систем?
6. Какие последствия может иметь недооценка побочных эффектов управленческого вмешательства?
7. Какие основные подходы к стратегическому управлению выделяются специалистами? Охарактеризуйте кратко суть каждого из них.
8. Чем теоретики управления (в частности, Г. Минцберг) обосновывают необходимость применения «возникающих» стратегий?
9. Односторонняя и двусторонняя петля обучения: модели Д. Кольба и К. Арджириса.
10. Что такое «ментальные» модели и какова их роль в принятии управленческих решений? Коллективные карты восприятия.
11. Каковы основные барьеры восприятия и понимания сложных систем?
12. Системная динамика: история появления, работы Дж. Форрестера.
13. Современные области приложения системной динамики.
14. Имитационные игры и их роль в подготовке специалистов по управлению.

Katalevsky_1.indd 204 28.03.2011 16:10:28

Глава 2

1. Основные принципы построения причинно-следственных диаграмм.
2. Положительный и отрицательный контур обратной связи и соответствующие типы поведения системы. Приведите примеры.
3. Основные типы нелинейного поведения систем: осцилляция, S-образный рост (в том числе с превышением), превышение и коллапс. Приведите обобщенную причинно-следственную диаграмму структуры каждого типа поведения системы (с примерами).

Глава 3

1. Убывающая и возрастающая отдача в экономике. Роль возрастающей отдачи в стратегии управления компанией.
2. В чем преимущество стратегий быстрого роста? В каких случаях применение данных стратегий может быть нецелесообразно?
3. В чем суть эффектов зависимости от предыдущей траектории развития и блокировки системы? Какое значение они могут иметь для стратегии развития компании?
4. Классификация QWERTY-эффектов по С. Лейбовицу и Е. Марголису.
5. Примеры замыкания на неэффективные технологии.
6. История конкурентной борьбы компаний Microsoft и Apple в 1980–1990-х гг. В чем причина победы Microsoft? Проиллюстрируйте на причинно-следственной диаграмме.
7. Понятие акселераторов роста компаний. Основные области формирования акселераторов роста (исследование McKinsey).
8. Перечислите наиболее распространенные акселераторы роста компании. Приведите причинно-следственные диаграммы любых двух акселераторов.
9. Можно ли выделить акселераторы роста, специфичные для определенных отраслей экономики (информационные технологии, ритейл, фармацевтика и т.п.)? Приведите примеры.

Глава 4

1. Каковы основные принципы формирования потоковых диаграмм?
2. В чем отличие потоковых диаграмм от причинно-следственных диаграмм? Примеры.
3. Модель Басса. Постройте модель и проведите анализ чувствительности по следующим параметрам:

Katalevsky_1.indd 205 28.03.2011 16:10:28

- Количество контактов (изменяется от 2 до 10 контактов с шагом 2 контакта).
- Доля заинтересованных (изменятся от 1 до 5% с шагом 1%).
- Эффективность рекламы (изменяется от 2 до 10% с шагом 2%).
- Среднее время использования продукта (от 1 до 12 месяцев с шагом 3 месяца).

4. Каковы основные положения ресурсного подхода к управлению?
5. Каковы признаки стратегически ценного для организации ресурса? Каким образом формируется конкурентное преимущество в рамках ресурсного подхода?
6. Концепция «стратегической архитектуры» К. Уоррена. Возможности моделирования организаций. Пределы моделирования.

Глава 5

1. Что такое «экономика сложности»? Критерии отличия экономики сложности от традиционной экономики.
2. Агентное моделирование и феномен «возникаемости». Признаки, позволяющие выделить «агента».
3. Исследования Т. Шеллинга: модель расовой сегрегации, ее результаты и значение.
4. Модель Басса. Постройте агентную модель Ф. Басса и проведите анализ чувствительности, варьируя основные параметры (см. вопр. 3 выше).
5. Сравнительная характеристика системной динамики и агентного моделирования.
6. Основные преимущества и недостатки агентного моделирования в сравнении с системной динамикой.
7. Области приложения агентного моделирования.

Katalevsky_1.indd 206 28.03.2011 16:10:28

Часть 2

СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА В ДЕЙСТВИИ

В этом разделе собраны примеры решения актуальных проблем в области бизнес- и государственного управления с помощью системного анализа и основ имитационного моделирования. Часть исследований была адаптирована автором из зарубежных источников (кейсы № 2 и № 5), часть материалов разработана им самим на основе результатов собственных исследований (№ 3 и № 4)[1] и исследований, выполненных им совместно с сотрудниками и студентами факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова (кейс № 1). В конспект лекций также вошел кейс по системно-динамическому анализу стратегии развития компании «Евросеть», разработанный нами специально для преподавания на ФГУ МГУ в рамках специализации «Стратегическое управление».

Кейс № 1

ДТП и безопасность на дорогах: пример контр-интуитивного поведения систем[2]

Согласно официальной статистике, в 2005 г. на дорогах России от травм, полученных в результате дорожно-транспортных происшествий, погибло около 34 тысяч человек, или 238 че-

[1] Кейсы вошли в диссертационную работу Д. Каталевского «Стратегическое управление организацией на основе концепции возрастающей отдачи», защищенную 19 ноября 2008 г. на факультете государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова.

[2] Кейс написан в соавторстве с преподавателем факультета государственного управления МГУ В.В. Солодовым.

Katalevsky_1.indd 207 28.03.2011 16:10:28

ловек на каждый миллион населения. Это гораздо выше, чем показатели развитых стран: например, в США ежегодно гибнет около 140–160 человек в расчете на 1 миллион жителей, а в 2005 г. эта цифра составила 146 человек на миллион жителей. В пересчете на транспортные единицы число летальных исходов в США равняется 190 смертельным случаям на один миллион автомобилей, тогда как в России этот показатель равен 1200[1]. Одна из причин, которыми традиционно объясняют подобного рода статистику, заключается в том, что в России автомобили менее безопасные, устаревшие, вследствие чего в случае аварий травматизм гораздо выше. Упрощенная причинно-следственная диаграмма представлена на рис. 1:

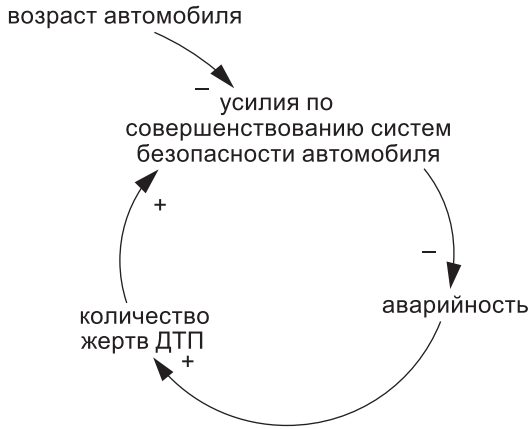


Рис. 1. Причинно-следственная диаграмма травматизма от ДТП в России

Расшифровать данную причинно-следственную диаграмму можно следующим образом. Чем больше аварийность на дорогах, тем больше количество жертв дорожно-транспортных происшествий, — как водителей, так и пешеходов, — в том числе и со смертельным исходом. Чем больше количество жертв ДТП, тем бóльшие усилия прилагают конструкторы автомобилей по совершенствованию систем безопасности автомобиля (ремни и подушки безопасности, системы экстренного торможения и т.п.). Соответственно, чем больше усилий прилагается конструкторами, тем безопаснее автомобиль и меньше количество случаев аварий на дорогах. Считается, что чем старше автомобиль, тем он менее безопасен, поскольку системы безопасности непрерывно совершенствуются с течением времени. Казалось

[1] Тайный спецсигнал // Smart Money. 2006. Сентябрь, 25.

Katalevsky_1.indd 208 28.03.2011 16:10:28

бы, решение лежит исключительно в дальнейшем совершенствовании систем безопасности автомобиля. Однако, как показывает практика, в реальности дело обстоит иначе.

Если представить, что все автомобили вдруг станут в два раза безопаснее, то, хотя травматизм среди водителей и снизится (впрочем, как показывают исследования, на величину меньшую, чем в два раза, — зависимость не прямо пропорциональна), *травматизм среди пешеходов* значительно *возрастет*. В данном случае в силу вступает **правило компенсации риска**, которое в 1975 г. открыл экономист Сэм Пельцман (Sam Peltzman), а позднее переформулировал психолог Джеральд Уайльд (Gerald Wilde). Суть его заключается в том, что *более безопасный автомобиль провоцирует водителя на более рискованную езду*.

В частности, ремень безопасности снижает риск смертности в ДТП, но не снижает количество смертей в ДТП на душу населения. Водительская подушка безопасности снижает риск для водителя, но повышает для пассажиров, у которых ее нет. На автомобилях с АБС ездят быстрее, соблюдают меньшую дистанцию, а в пересчете на час эксплуатации эти машины не безопаснее автомобилей без АБС, согласно исследованиям Г. Уайльда[1].

В виде причинно-следственных диаграмм этот феномен показан на рис. 2.

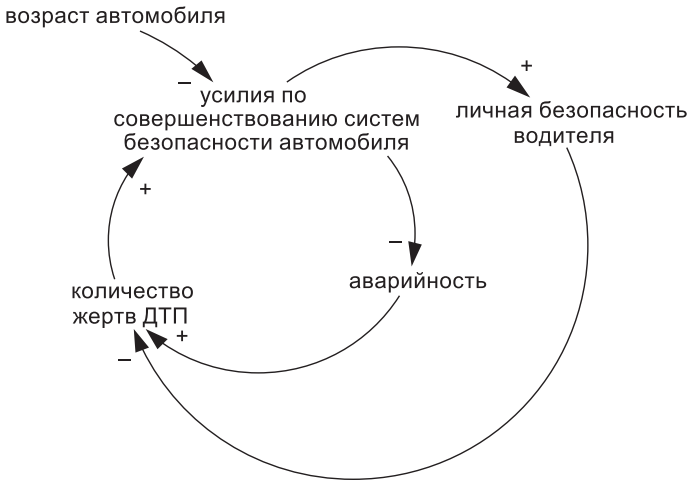


Рис. 2. Влияние систем безопасности автомобиля на количество ДТП

[1] *Wilde G.* Risk homeostasis theory: an overview // Inquiry prevention. 1998. Vol. 4. P. 89–91.

Katalevsky_1.indd 209 28.03.2011 16:10:28

С усовершенствованием систем безопасности автомобиля растет личная безопасность водителя, которая снижает количество жертв ДТП: водитель погибает при авариях гораздо реже.

Однако чем выше личная безопасность водителя, тем ниже дисциплина его вождения вследствие возросшей уверенности и потери привычной осторожности. Низкая дисциплина вождения увеличивает количество аварий, что тем самым создает компенсационный механизм, описанный Пельцманом и Уайльдом.

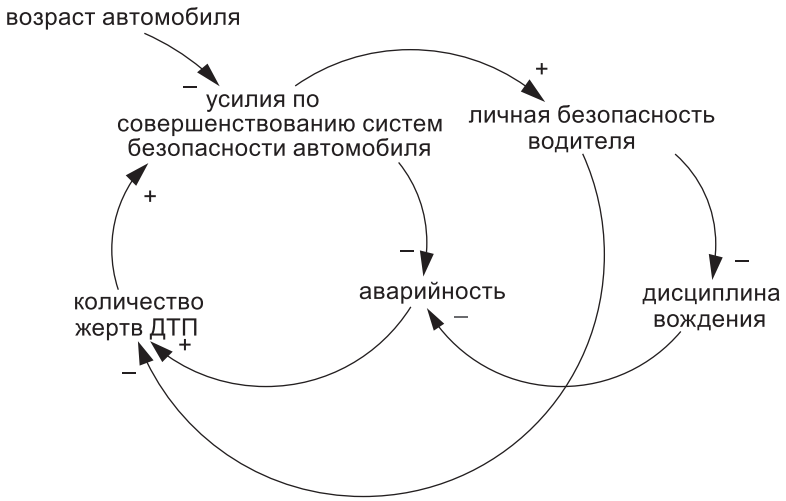


Рис. 3. Феномен компенсации риска

Наглядным примером в данном случае является опыт Швеции. В 1967 г. Швеция переключилась с левостороннего движения на правостороннее. В первый год после этого смертность на дорогах страны значительно снизилась — в непривычной ситуации водители стали ездить гораздо осторожнее. Но после того, как сформировалось привыкание к новым правилам, дисциплина езды снизилась до прежнего уровня, и уже в следующем году смертность вернулась к привычным уровням[1].

Безусловно, конструкция систем безопасности автомобиля и качество дорог очень важны, однако возросшая самоуверенность водителей в значительной степени нивелирует данный эффект. Любые меры, повышающие безопасность водителя, приводят к сознательной или бессознательной компенсации

[1] *Traynor T.* The impact of safety regulations on externalities // Atlantic Economic Journal. 2006. Vol. 31. P. 62–70.

Katalevsky_1.indd 210 28.03.2011 16:10:28

риска. Все то, что снижает потери в критической ситуации, — подушки безопасности, ремни, АБС, — приводит к негативным побочным эффектам: пристегнутый водитель сбивает больше пешеходов.

Некоторые меры более действенны: например, ограничение скорости, хорошее ночное освещение дорог и т.п. способствуют снижению ДТП (параллель можно провести с инфекционными заболеваниями: карантин замедляет развитие эпидемии, а симптоматические лекарства, бесконтрольно принимаемые населением, стирают картину болезни и приводят к поздней и неправильной диагностике, что в конечном счете способствует распространению инфекций).

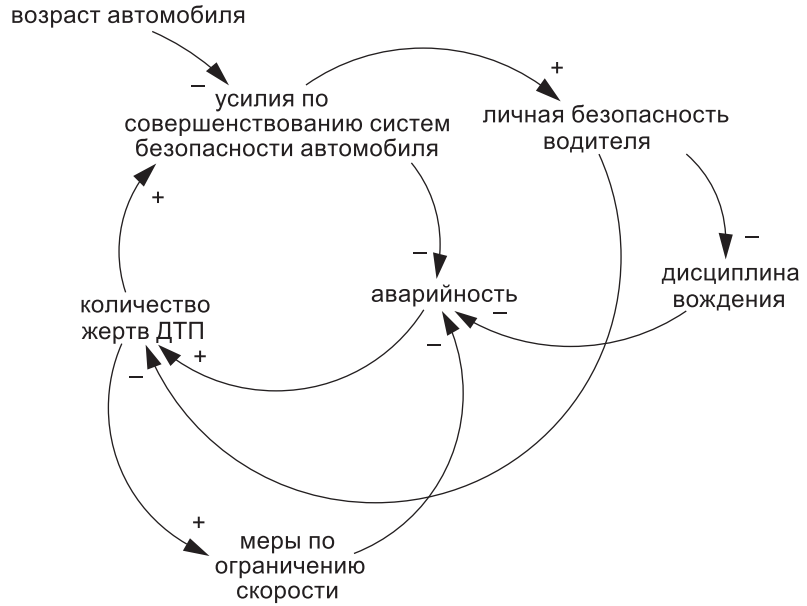


Рис. 4. Эффективность мер по ограничению скорости

Однако единственный способ эффективно бороться с высокой смертностью — это изменить привычки водителей. Главные причины аварий на дорогах хорошо известны — превышение скорости и вождение в нетрезвом состоянии. Эффективными мерами здесь может служить распространенная в западных странах борьба со скоростью в виде скрытых камер, которые фиксируют правонарушения и автоматически рассылают квитанции о штрафах. Неотвратимость и обезличенность наказания представляют собой лучший способ изменить при-

Katalevsky_1.indd 211 28.03.2011 16:10:28

вычки вождения и тем самым снизить количество ДТП на дорогах.

Итоговая причинно-следственная диаграмма, анализирующая проблемы безопасности на дорогах и эффективность соответствующих превентивных мер, представлена на рис. 5.

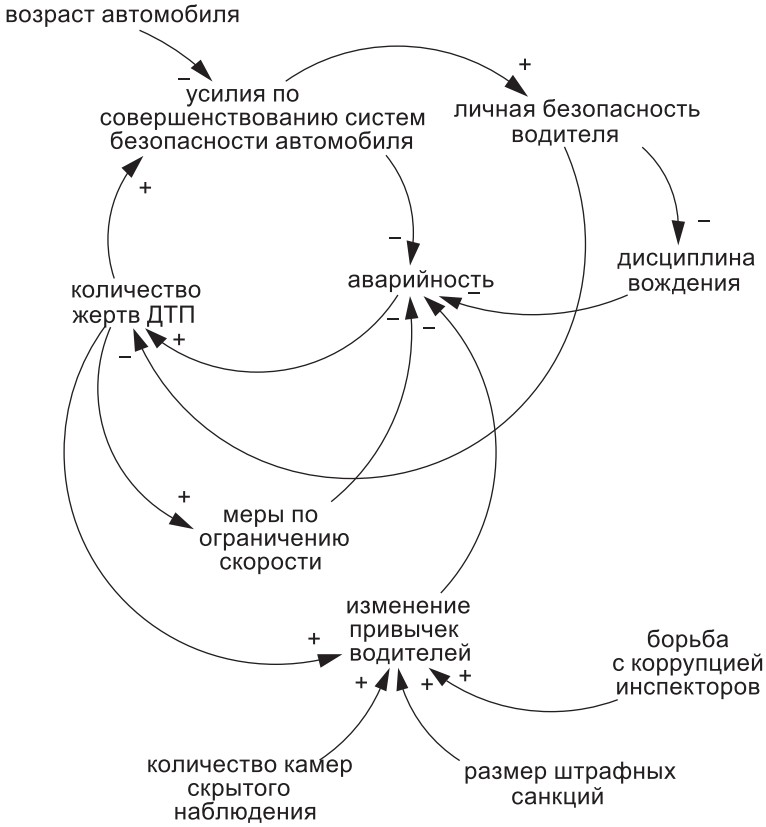


Рис. 5. Итоговая причинно-следственная диаграмма безопасности на дорогах

Ричардсон и Пью отмечают, что системно-динамическая модель или системно-динамические диаграммы создаются с целью получить ответ на один или несколько *правильно* поставленных вопросов[1]. От того, как будет поставлен вопрос, во многом зависит, какой ответ будет получен. Так, в случае с рассмотренной выше моделью можно видеть, что применение системно-

[1] *Richardson G., Pugh A.* Introduction to System Dynamics Modeling with DYNAMO. MIT Press, 1981.

Katalevsky_1.indd 212 28.03.2011 16:10:29

динамического анализа позволило выявить суть причин аварийности на дорогах — дисциплину вождения водителей.

Соответственно, полученные результаты достаточно парадоксальны: например, как видно из диаграмм, традиционное решение, — увеличение безопасности водителя путем совершенствования систем автомобильной безопасности, — несмотря на видимый эффект в краткосрочном плане не способно решить долгосрочную проблему. Это происходит потому, что, согласно системной динамике, в результате подобной управленческой интервенции не решается основная проблема — безопасное управление автомобилем *со стороны водителя.*

До тех пор пока не будут приняты меры по ее решению (борьба с коррупцией и безнаказанностью на дорогах, высокие штрафы, камеры скрытого наблюдения, отслеживающие правонарушителей), подобная ситуация будет сохраняться. Таким образом, сформулированный в психологии закон компенсации риска с точки зрения системной динамики представляет собой классический пример *контр-интуитивного поведения систем*, сформулированного впервые еще Джеем Форрестером и хорошо известный специалистам по системному моделированию[1].

Рассмотренный пример наглядно показывает высокую интеллектуальную отдачу от применения качественного системно-динамического анализа к проблемам управления. Несмотря на отдельные исследования в этой области, примеров применения системной динамики и имитационного моделирования к решению практических вопросов управления в России и за рубежом все еще очень мало.

Кейс № 2

Некоторые аспекты моделирования добычи нефти[2]

Одной из наиболее животрепещущих проблем современного развития является роль энергоносителей в развитии мировой экономики. Успех экономического развития во многом определяется доступом к ресурсам, из которых энергетические ресурсы являются едва ли не самыми важными. Доступ к энергетическим ресурсам имеет стратегическую важность. Однако

[1] *Forrester J.W.* Counterintuitive behavior of social systems // Technology Review. 1971. 73 (3).

[2] По материалам данного кейса была подготовлена публикация в газете «Ведомости» от 24.07.2007 «Нефть: Ждем $100 за баррель».

Katalevsky_1.indd 213 28.03.2011 16:10:29

вопрос об изменении цены на нефть остается открытым. Ралли роста мировых цен на энергоносители за последние два года порождает закономерный вопрос: что это — краткосрочный эффект, вызванный сложной геополитической ситуацией, или же начало нового долгосрочного мирового тренда, последствия которого для глобальной экономической системы представляются сложнопредсказуемыми? Аналитики спорят, выдвигая самые разнообразные гипотезы, а научное сообщество уже много лет назад дало на этот вопрос ответ, верность которого становится очевидной только сейчас.

Пожалуй, наиболее достоверное представление о рациональном использовании природных ресурсов позволяет получить имитационное моделирование, широко известным инструментом которого является системно-динамический анализ. Поскольку системная динамика основывается на компьютерном моделировании эффекта обратной связи и позволяет создавать модели, учитывающие одновременное изменение и взаимовлияние большого количества показателей, это дает возможность с поразительной точностью, при условии, что система смоделирована правильно, делать прогнозы на будущее. Системно-динамическое моделирование способно оказать неоценимую помощь в управлении стремительно усложняющимися социальными системами, позволяя увидеть и даже пресечь возможные негативные эффекты в самом начале. Существует множество успешных примеров применения системной динамики в самых различных областях. Прогностическая функция системной динамики ярко проявилась в исследованиях проблемы рационального использования нефтегазовых ресурсов в экономике.

Пик Хубберта. Оказать существенную помощь в понимании текущей ситуации на рынках энергоносителей способна модель Кинга Хубберта, разработанная пятьдесят лет назад и широко известная в научных кругах под названием «Пик Хубберта». Кинг Хубберт (1903–1989), один из наиболее авторитетных специалистов в области геологии, более двадцати лет проработал геологом-разведчиком в компании Shell Oil, последовательно пройдя все ступени карьерной лестницы — от геолога-исследователя до директора и главного консультанта по геологоразведке нефтяной компании. Покинув бизнес, Хубберт занял почетную должность профессора геологии и геофизики сначала в Стэнфордском Университете, а потом в не менее престижном Университете Беркли в Калифорнии.

При формулировании своей концепции Хубберт исходил из физической структуры горючих ископаемых, и в основе тео-

Katalevsky_1.indd 214 28.03.2011 16:10:29

рии лежало важное допущение о том, что запасы нефти и газа на территории США *конечны*. Несмотря на кажущуюся очевидность данного утверждения в настоящее время, для середины 1950 гг. это было весьма смелым предположением — в условиях многолетнего наращивания нефтепереработки и стремительно увеличивающихся темпов добычи нефти. Из предположения Хубберта следовало, что итоговая добыча нефти и газа на территории США должна быть меньше или равняться количеству запасов данного вида горючих ископаемых в недрах территории страны. Соответственно, график добычи нефти схематично можно было представить в виде «горба» (в форме колокола), насчитывающего три стадии. Первая стадия характеризовалась периодом экспоненциального роста добычи нефти и газа, сопровождавшимся низкими ценами. Истощение ресурсов со временем приводит к тому, что отношение открытия новых месторождений к уже разрабатываемым падает и в определенный момент достигается пик производства. За периодом пика следует длительная рецессия, которая характеризуется спадом производства и ростом цен на нефтепродукты по мере сокращения их предложения.

Впервые Хубберт пришел к этим выводам в 1949 г., когда богатство недр Земли считалось неисчерпаемым и предсказания грядущего истощения ресурсов представлялись, мягко говоря, необоснованными. В 1956 г. он рассчитал математически формулу добычи нефти в США и предсказал пик добычи примерно в период 1966–1971 гг. В настоящее время известно, что в 1975–1976 гг. добыча нефти на территории США стала последовательно сокращаться, а импорт — расти. Данные выводы повергли в шок как представителей нефтяных компаний, так и коллег Хубберта по научному цеху.

В феврале 1975 г., в разгар нефтяного кризиса, вызванного действиями стран ОПЕК, когда США оказались совершенно не готовы к таком повороту событий, специально выпущенный доклад Национальной Академии Наук США официально признал правильность расчетов Хубберта по темпам истощения запасов нефти и газа и отверг более оптимистичные сценарии развития американского рынка нефтедобычи. «Ребенок, рожденный в середине 1930 гг., — однажды сказал Кинг Хубберт, — станет в течение своей жизни свидетелем потребления примерно 80% нефтегазовых запасов США; ребенок, родившийся в 1970 гг., станет свидетелем потребления большей части мировых запасов нефти».

Однако не все исследователи нефтяной отрасли разделяли данное мнение. Наибольшую известность получила критика

Katalevsky_1.indd 215 28.03.2011 16:10:29

модели Хубберта известным экономистом Массачусетского Технологического Института Моррисом Адельманом (Morris Adelman), полагавшим, что учитывать конечность запасов нефти вовсе не обязательно: «цена на нефть есть не что иное, как изучение поведения цены на монополистическом рынке, и вопрос исчерпаемости ресурсов здесь ни при чем...». Согласно Адельману, увеличение темпов добычи нефти будет компенсировано применением новых, более перспективных и экономичных технологий добычи нефти. Постоянное совершенствование технологий, несомненно, выиграет «войну с законом убывающей доходности [по мере истощения запасов]», утверждал Адельман.

Между *мнением* и *знанием* пролегает очень тонкая, но весьма значимая грань. Чтобы перевести «спор мнений» в плоскость научного знания, к решению проблемы подключились специалисты по системной динамике. Последние справедливо полагали, что, несмотря на увеличение оценки количества запасов нефти в мире, *реальное количество* нефти *уменьшается* с каждым добытым баррелем. Ведущие ученые лучших американских университетов стали разрабатывать имитационные модели, которые наглядно подтвердили, во-первых, правильность гипотезы Хубберта, а во-вторых, концепцию стремительного истощения нефти в целом.

Первые имитационные модели. Исследования Роджера Нейла, в основе которых лежала его работа на соискание магистерской степени в MIT, подтвердили гипотезу Хубберта. В своих исследованиях динамики добычи природного газа Нейл пришел к выводу о том, что добыча природного газа в США, пик которой пришелся на 1973 г., продолжит падать в связи с сокращением ввода новых месторождений, пока в конце концов вообще не прекратится ввиду окончательного истощения собственных газовых ресурсов (по расчетам, это должно было произойти примерно в начале XXI столетия). В 1972 г. группа исследователей Дартмунтского колледжа получила трехлетний контракт от Национального научного фонда США (National Science Foundation) для исследования проблемы перехода к новым источникам энергии.

Данная проблема формулировалась как своеобразный набор сбоев в экономике, которые необходимо было преодолеть на пути снижения зависимости экономики США от добычи нефти и газа при возрастающей роли новых источников энергии. Исторически американская экономика пережила две

Katalevsky_1.indd 216 28.03.2011 16:10:29

стадии энергетической трансформации: первая случилась в XIX веке при переходе от древесного топлива к угольному, вторая — в начале XX века при переходе от угольного топлива к нефти и газу как основным источникам энергии. Однако оба этих перехода состоялись в условиях изобилия новых источников энергии, которые были дешевле и эффективнее прежних. Условия перехода к новым источникам энергии кардинально отличаются от прежних: переход вызван истощением энергетических ресурсов и стремительным ростом цен на энергоносители. Соответственно, современный этап проходит в условиях постоянно увеличивающегося энергетического дисбаланса США, когда потребности страны в энергоносителях намного превосходят ее собственные возможности по добыче нефти и газа и растет удельный вес импорта энергоносителей (если в 1950 гг. США практически полностью покрывали потребность в энергоносителях собственной добычи, то к 2000 г. собственная добыча составила около 35–40% от необходимого).

Одним из выводов Нейла был, в частности, тезис о необходимости опираться также и на угольные запасы во время перехода экономики к новым источникам энергии. В 1975 г. исследования Нейла получили поддержку Министерства энергетики США. Продолжая работать над докторской диссертацией под руководством Дэнниса Медоуза, Нейл совершенствовал свою модель (получившую название FOSSIL1) перехода страны к новой энергетике на основе использования ресурсов горючих ископаемых. FOSSIL1 состояла из нескольких секторов — спроса на энергоносители, запасов нефти и газа, угля и электричества, а также пыталась найти оптимальную энергетическую стратегию для США. Результатом исследования стали выводы, на основе которых была подготовлена сбалансированная стратегия страны в области энергетики.

Стратегия базировалась на нескольких положениях, среди которых были следующие:

- в краткосрочном периоде решить проблему роста энергопотребления США невозможно;
- регулирование только одной стороны (спроса или предложения) не способно дать положительный эффект, необходим смешанный и компромиссный подход;
- в основе плавного перехода к новым источникам энергии должна лежать политика, которая *одновременно* стабилизирует потребление энергии и увеличит предложение альтернативных источников энергии.

Katalevsky_1.indd 217 28.03.2011 16:10:29

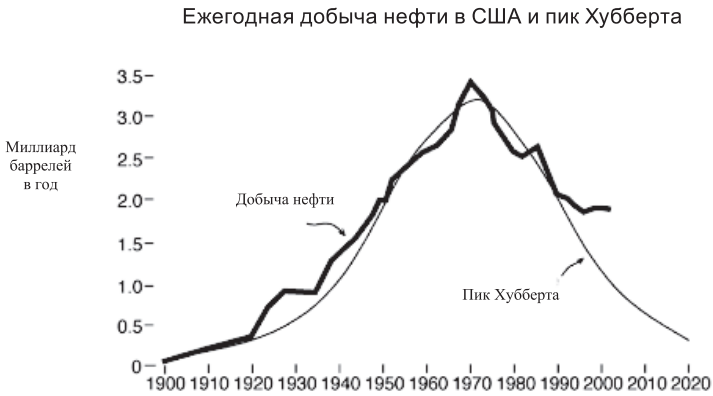


Рис. 1. Добыча нефти и пик Хубберта

В ответ на энергетический кризис 1977 г. администрация Картера создала первый Национальный Энергетический План, а палата Конгресса США попросила группу специалистов Дартмунтского колледжа оценить данный план на основе модели FOSSIL1. Роджер Нейл был приглашен возглавить Аналитический отдел Министерства энергетики, ему было поручено подготовить прогноз дальнейших сценариев развития энергетического сектора. Начатая им модель была доработана коллективом специалистов по системной динамике и имитационному моделированию и получила название FOSSIL2. Эта модель успешно применялась Министерством энергетики США с конца 1970-х до начала 1990 гг. На ее основе рассчитывались последствия воздействия колебаний предложения энергоносителей на мировом рынке, поиска новых источников энергии, чувствительности экономики страны к динамике цен на нефть, последствия законопроектов по налогообложению нефти и многое другое.

В конце 1970 гг. Джон Стерман, профессор MIT, был привлечен Роджером Нейлом для доработки модели FOSSIL1 в FOSSIL2. Во время своей работы Стерман обратил внимание на то, что модель FOSSIL2 не рассматривала механизм взаимодействия энергетического сектора с остальными секторами экономики. Стерман самостоятельно разработал имитационную системно-динамическую модель, которая отражала важные моменты взаимодействия и влияния энергетики на макроэкономику США (влияние на ВВП, инвестиционный цикл, инфляцию, регулирование процентной ставки и т.п.). Проведя

Katalevsky_1.indd 218 28.03.2011 16:10:29

глубокое исследование, ему удалось сделать несколько серьезных выводов:

1) экономические последствия от истощения горючих ископаемых намного более серьезны в переходный период (определяемый им примерно до 2030 г.), чем в обычный;

2) переход к новым источникам энергии имеет значительное влияние на экономику, что способствует снижению уровня экономического роста, росту безработицы, повышению уровня инфляции, более высоким процентным ставкам банковского кредитования, устанавливаемым Федеральной Резервной Системой, и в итоге — снижению потребления на душу населения;

3) один только рост цен на энергоносители (внезапный или постепенный) не способен вызвать долгосрочную инфляцию; необходим соответственный рост денежной массы в соотношении с реальной экономической активностью;

4) высокие налоги на энергоносители вкупе со снижением налогов на прибыль (на время переходного периода) способствовали улучшению экономических показателей, снижали цены на энергоносители, доходы стран ОПЕК и увеличивали инфляцию в краткосрочном периоде.

Суммируя эти выводы, можно констатировать, что переход к новым источникам энергии растянется примерно до 2025–2030 гг. и будет иметь значительное влияние на экономику США, так как: 1) снизит темпы экономического роста США; 2) увеличит безработицу; 3) повысит уровень инфляции; 4) приведет к более высоким процентным ставкам, устанавливаемым Федеральной Резервной Системой; 5) в конечном счете, приведет к снижению потребления на душу населения вследствие перераспределения финансовых потоков на макроуровне.

Впоследствии Джон Стерман совместно с Джорджем Ричардсоном из Государственного Университета Штата Нью-Йорк доработали модель Нейла и независимо пришли к тем же выводам, что и Кинг Хубберт. Сложный системно-динамический эксперимент еще раз подтвердил, что модель Хубберта, разработанная в 1956 г., остается одним из наиболее точных прогнозов в области рынков энергоносителей.

Имитационные модели: расстановка акцентов. На рис. 2 представлена системно-динамическая диаграмма добычи нефти, отражающая точку зрения Адельмана (упрощенно). «Подтвержденные резервы» представляют собой разведанные запасы нефти. Они увеличиваются нахождением и вводом новых разведанных месторождений и истощаются потреблением.

Katalevsky_1.indd 219 28.03.2011 16:10:29

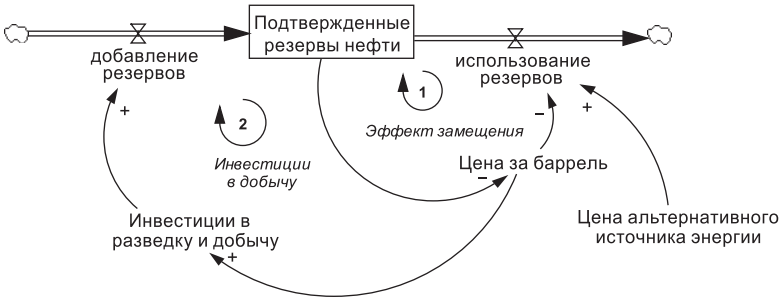


Рис. 2. Системно-динамическая диаграмма добычи нефти (по Адельману)

Утверждение Адельмана о том, что точное количество запасов нефти неизвестно и что оно все же довольно значительно, фактически означает отказ от признания конечности запасов нефти как таковых.

Утверждение о неисчерпаемости запасов нефти противоречит логике здравого смысла. Каждая тонна добытого алюминия, золота, меди, равно как и каждый выкачанный из недр земли баррель нефти, попадающий, согласно рис. 2, в категорию «Подтвержденные резервы», снижает потенциальное количество алюминия, золота, меди или нефти, которые будут найдены впоследствии. Очевидно, что данный механизм обусловлен именно исчерпаемостью запасов природных ресурсов — поскольку требуются миллионы лет для образования нефти, а потребленные баррели горючего ресурса никак не восстанавливаются. Соответственно, принципиально важной доработкой первоначальной модели добычи и потребления нефти стала модель, представленная на рис. 3, предложенная Стерманом, Ричардсоном и Дэвидсеном[1]. В то время как разведка нефти добавляет ресурсов в категорию «Подтвержденные резервы», уменьшается количество неоткрытых запасов нефти в недрах земли (категория «Неразведанных резервов»).

С течением времени категория «Неразведанных ресурсов» истощается все больше и больше, и тем самым увеличивается стоимость инвестиций в дальнейшую геологоразведку. Со временем неразведанные резервы полностью истощатся и приведут к закономерному кризису на рынке энергоносителей. Экономисты утверждают, что в случае перебоев в поставках нефти (например, заметного снижения категории «Подтверж-

[1] *Davidsen P., Sterman J., Richardson G.* A petroleum life cycle model for the United States with endogenous technology, exploration, recovery, and demand // System Dynamics Review. 1990. 6(1).

Katalevsky_1.indd 220 28.03.2011 16:10:29

денные запасы») механизм свободной экономики приведет к тому, что выросшие цены на энергоносители будут, во-первых, способствовать перераспределению инвестиций из нефтегазового сектора в область возобновляемой энергетики (*эффект замещения*), а во-вторых, приведут к заметному улучшению технологии добычи нефти, ее большей экономичности (*инвестиции в добычу*).

Однако даже в этом случае нефть будет потребляться до тех пор, пока полностью не осуществится переход к использованию возобновляемых источников энергии, что вряд ли возможно в обозримой перспективе; по самым оптимистичным прогнозам, экономика США и ЕС рассчитывает довести долю возобновляемой энергии до 25% к 2025 г. Таким образом, в обозримом будущем нефть будет использоваться в любом случае, тем более что крупнейшие развивающиеся страны BRIC (Бразилия, Россия, Индия и Китай) начинают активно наращивать энергопотребление. Следовательно, даже улучшения в технологии добычи нефти и разведки, способные повысить эффективность переработки энергетических ископаемых, не способны заметно увеличить запасы нефтегазовых ресурсов при наблюдаемом экспоненциальном росте спроса на энергоносители.

На рис. 3 изображена более достоверная модель динамики добычи нефти (упрощенно). В ней общее количество мировых запасов нефти представлено как сумма неразведанных («Неразведанные запасы») и разведанных запасов («Подтвержденные резервы»). При сокращении общего количества запасов нефти цены растут, вызывая эффект замещения (более активного перехода на альтернативные источники энергии) и одновременно стимулируя нефтяные компании добывать больше нефти при благоприятной ценовой конъюнктуре. Инвестиции в разведку нефти позволяют открывать новые месторождения, что увеличивает разведанные запасы нефти, а с другой стороны — способствует их более быстрому истощению (*эффект истощения* на рис. 3). При снижении эффективности разведки новых месторождений растут издержки по добыче нефти, снижая дальнейшие инвестиции в технологии разведки и добычи (*эффект роста издержек*).

Именно системно-динамическое моделирование позволило объединить все три вида факторов — экономические, геологические и технологические — в имитационной модели, наиболее точно отражающей реальность. Ценность данной модели состоит в использовании междисциплинарного подхода к проблеме рационального потребления полезных ископаемых. Ак-

Katalevsky_1.indd 221 28.03.2011 16:10:29

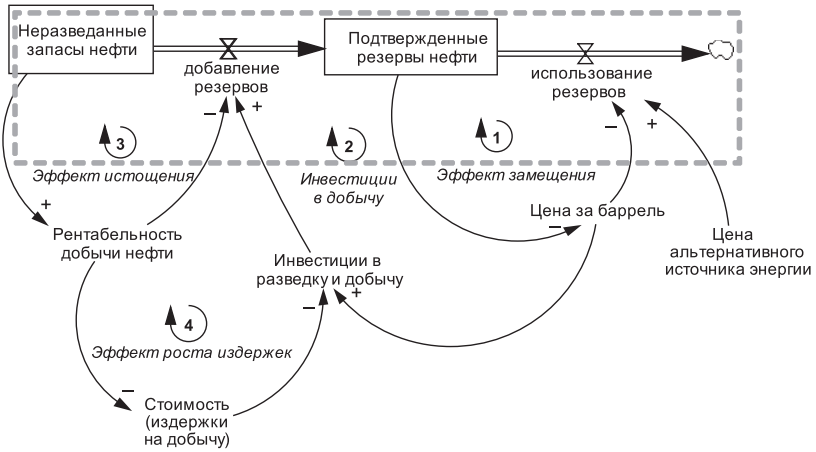


Рис. 3. Достоверная модель динамики добычи нефти

тивное моделирование данной проблематики ведется с 1970 гг.[1] Практически все модели в той или иной степени показывают одинаковый сценарий: в течение первого этапа добыча горючих ископаемых быстро растет и цены падают вследствие быстрого ввода новых месторождений и снижения издержек по разведке и добыче. Однако с ростом производства количество потенциальных и разведанных запасов нефти снижается, запуская эффекты обратной связи, уже описанные выше, — истощение доступных ресурсов и рост издержек по разведке и эксплуатации.

Описанная динамика полностью соответствует реальности, что можно хорошо проиллюстрировать на примере США. Добыча нефти в США началась приблизительно в 1859 г. в Пенсильвании. Почти на протяжении столетия — до 1950-х гг. — инвестиции в разведку и добычу нефти позволили быстро развивающейся экономике страны полностью удовлетворять экспоненциально растущий спрос на нефть. Оценки потенциальных запасов нефти значительно выросли — от первоначальных 20 млрд баррелей для 48 штатов (без учета Аляски)

[1] *Behrens W.* The dynamics of natural resource utilization // D.L. Meadows, D.H. Meadows (eds.). Toward Global Equilibrium. Waltham, MA: Pegasus Communications, 1973; *Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рендерс Й., Беренс В.В.* Пределы роста. М.: МГУ, 1991; *Sterman J., Richardson G.* An experiment to evaluate methods for estimating fossil fuel resources // Journal of Forecasting. 1985. 4(2); *Sterman J., Richardson G., Davidsen P.* Modeling the estimation of petroleum resources in the United States // Technological Forecasting and Social Change. 1988. 33(3).

Katalevsky_1.indd 222 28.03.2011 16:10:29

в 1910 г. до почти 600 млрд баррелей в 1960 г.[1] Разведка новых месторождений и инвестирование в технологии добычи и переработки нефти замедлились только в начале 1950-х гг. Производство нефти в США достигло пика к началу 1970-х и с тех пор продолжает плавно снижаться, демонстрируя менее половины своего пикового значения сегодня. Оценки общих запасов нефти на территории США упали более чем вдвое. И все это произошло несмотря на значительные улучшения в области технологии добычи и переработки нефти.

Неутешительные выводы. К сожалению, выводы, полученные специалистами по системной динамике более двадцати лет назад, весьма точно отражают современную ситуацию. В настоящее время теория Хубберта, подкрепленная имитационными моделированием, обретает все больше сторонников. Согласно некоторым современным прогнозам, пик мировой добычи нефти состоится примерно в 2008–2010 гг., тогда как более осторожные оценки относят его на период 2020–2030 гг.

По данным Energy Information Administration (EIA), подразделения Министерства энергетики США, бóльшая часть крупнейших мировых месторождений нефти уже открыта и находится в освоении. Согласно оценкам независимых консалтинговых агентств, на каждые три потребленных барреля нефти приходится только один недавно разведанный. Усовершенствованная технология геологического анализа привела к тому, что сейчас обнаруживается гораздо больше залежей нефти, чем раньше. Однако по количеству запасов они намного меньше, а следовательно — значительно дороже в освоении.

Вопрос срока достижения пика мировой добычи нефти остается открытым: основную трудность в расчетах представляет прогнозирование темпов роста мировой экономики, а также скорости развития таких гигантов, как Индия и Китай, чьи потребности в энергоносителях начинают все больше определять динамику цен на нефть (при сохранении и наращивании темпов роста этих стран пик нефтедобычи наступит раньше, при замедлении роста, стабилизации и/или мировой рецессии — чуть позже).

Однако уже сейчас с высокой долей вероятности можно утверждать, что эпоха дешевой нефти ушла безвозвратно. В условиях экспоненциального роста мирового спроса на энергоносители и соответственной ограниченности предложения, усугубленной эффектом запаздывания при освоении новых месторождений, дальнейший рост цен на энергоносители является объективной реальностью.

[1] *Sterman J., Richardson G.* An experiement to evaluate methods for estimating fossil fuel resources // Journal of Forecasting. 1985. 4(2).

Katalevsky_1.indd 223 28.03.2011 16:10:29

Кейс № 3

Стратегия лидера: управление ростом компании «Евросеть»[1]

Евросеть. *Крупнейшая российская торговая сеть по продажам оборудования и услуг сотовой связи. Основана в 1997 г. Евгением Чичваркиным и Тимуром Артемьевым. По итогам 2008 г. выручка компании составила $3,6 млрд при наличии более чем 5000 торговых точек. В конце 2008 г. компания была продана бизнесмену Александру Мамуту, который в дальнейшем перепродал миноритарную долю Вымпелкому (49,9%).*

Техмаркет. *Компания была основана Вадимом Зелениным в 1993 г. В конце 1990-х была крупнейшей торговой сетью по продаже мобильных телефонов с оборотом в три раза больше, чем у Евросети. В конце июля 2005 г. была куплена компанией «Евросеть». К этому моменту имела в своем составе 157 розничных торговых точек.*

Наиболее интригующий вопрос, неизбежно возникающий при анализе конкурентной борьбы между Евросетью и Техмаркетом, заключается в том, *почему Евросеть,* которая вышла на рынок значительно позже, чем компания «Техмаркет», через несколько лет *смогла обогнать своего основного конкурента и стать лидером на рынке ритейла мобильных телефонов.* Ответ на этот вопрос, по нашему мнению, может дать анализ стратегии развития компании с применением причинно-следственных диаграмм.

* * *

Чтобы проанализировать причины успеха Евросети методом причинно-следственных диаграмм обратной связи, в первую очередь нам нужно выявить основные факторы, способствовавшие стремительному росту компании в 1999–2008 гг. Поскольку компания специализируется на розничной торговле, главным источником ее доходов являются поступления от продажи сотовых телефонов, цифровой фото- и аудиотехники, аксессуаров. Объем продаж, в свою очередь, зависит от многих факторов — от затрат на рекламу и маркетинг, узнаваемости бренда компании, ценовой политики, уровня сервиса и т.п. Однако основным фактором, определяющим объем продаж ритейловой компании, является *количество точек продаж* (са-

[1] Материалы данного кейса вошли в диссертацию автора «Стратегическое управление организацией на основе концепции возрастающей отдачи», защищенную на факультете государственного управления МГУ имени М.В. Ломоносова.

Katalevsky_1.indd 224 28.03.2011 16:10:29

лонов связи): очевидно, что чем шире сеть магазинов компании, тем выше объем ее продаж.

Изначально, когда компания только выходила на рынок в 1997 г., тактика ее владельцев опиралась на быстрое наращивание числа салонов связи. Схематично на причинно-следственной диаграмме ее можно представить следующим образом: чем больше количество салонов, тем выше объем продаж, который обеспечивает высокую выручку, а чем выше выручка — тем выше доходы компании. Часть полученных доходов реинвестируется в развитие бизнеса — открытие новых салонов. Данный цикл роста представляет собой положительную петлю обратной связи, на основе которой формируется мощный акселератор роста — *сеть дистрибуции* (рис. 1).

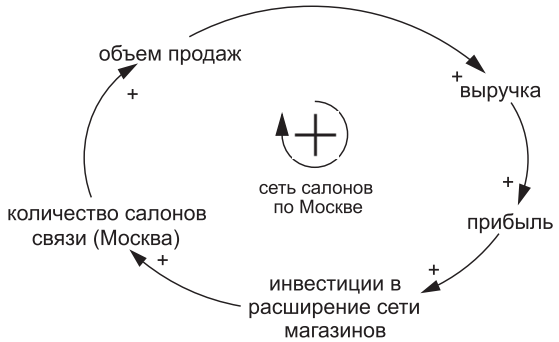


Рис. 1. Управление ростом компании: формирование сети дистрибуции

Несмотря на быстрое развитие, с момента своего появления в 1997 г. и до 2000 г. включительно Евросеть отставала от своего главного конкурента — Техмаркета — как по количеству салонов связи, так и по обороту. В 1999 г. оборот Техмаркета оценивался на уровне 15 млн долларов, а в 2000 г. — 50 млн долларов. Динамика роста салонов и оборота Евросети в 1997–2000 гг. представлена на рис. 2.

Евросеть продолжала агрессивно наращивать количество салонов. Параллельно с этим в 2000 г. компания решила кардинально сменить маркетинговую политику, начав активно работать в низком ценовом сегменте, позиционируя себя как компания-дискаунтер. Этот ход позволил ей уже через два года выйти в лидеры по количеству салонов связи, оставив Техмаркет позади. В 2001 г. количество салонов Евросети по Москве достигло 92, а уже в следующем году увеличилось практически в два раза — до 170. Количество салонов Техмаркета в 2002 г. составило 89.

Katalevsky_1.indd 225 28.03.2011 16:10:29

Источник: данные компании

Рис. 2. Динамика роста салонов и оборота Евросети

Параллельно с этим в Евросети было решено начать региональную экспансию, которая в 2002 г. дала первые результаты — 16 салонов в крупных городах России. Таким образом, в 2002 г. общее количество салонов компании составило 186 магазинов, а оборот вырос до 140 млн долларов. Оборот Техмаркета составил всего 100 млн долларов к концу 2002 г. Причинно-следственная диаграмма экспансии Евросети представлена на рис. 3.

Согласно рис. 3, количество офисов в Москве и в регионах России способствует повышению привлекательности Евросети для потенциальных потребителей. Чем больше салонов связи и чем удобнее они расположены, тем больше их посещаемость и количество совершенных покупок. Стремительный рост чис-

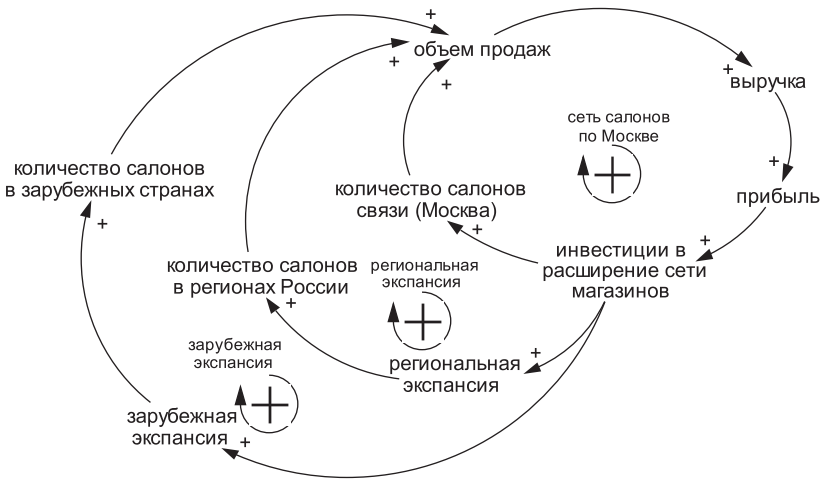
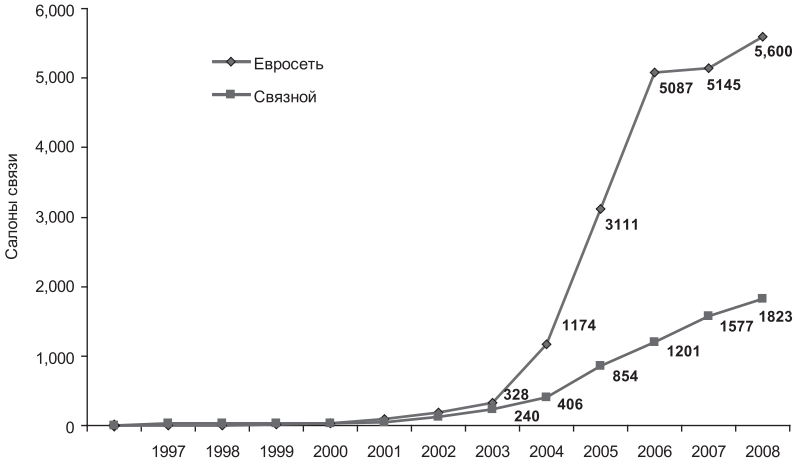


Рис. 3. Управление ростом компании: региональная экспансия

Katalevsky_1.indd 226 28.03.2011 16:10:29



Источник: данные компаний

Рис. 4. Динамика роста салонов продаж у Евросети и Связного

ла салонов связи продолжился и в 2003–2006 гг.: так, если в 2003 г. компания открыла 117 салонов, то в 2004 г. — уже более 800 салонов связи, в 2005 г. — около 1400 магазинов, в 2006 г. — еще 1976. Евросеть значительно опережала конкурентов в открытии новых салонов связи и лишь в 2007 г. снизила темпы роста по данному показателю. В результате этого на начало 2008 г. общее количество салонов связи компании превысило пять тысяч, что оказалось более чем в три раза выше аналогичных показателей ее ближайшего конкурента — компании «Связной». Общая площадь салонов Евросети на начало 2008 г. составила 203 709 кв. м. Динамика роста торговых точек Евросети и Связного представлена на рис. 4.

С 2004 г. началась экспансия в страны СНГ и Балтии. За 2004–2005 гг. компания открыла 257 салонов на территории Казахстана, Белоруссии и Украины (положительная петля обратной связи «зарубежная экспансия» на рис. 3). В 2005–2007 гг. список зарубежных стран, в которых открылись салоны Евросети, пополнился также Киргизией, Узбекистаном, Молдовой, Арменией и странами Балтии[1]. На январь 2008 г. суммарное количество зарубежных салонов компании составило почти 950 магазинов (в таблице 1 приведено количество салонов и городов присутствия по странам на начало 2008 г.).

[1] В июле 2008 г. Евросеть объявила о продаже салонов связи в странах Балтии в связи с неудовлетворительными показателями темпов роста прибалтийского подразделения.

Katalevsky_1.indd 227 28.03.2011 16:10:30

Таблица 1

Количество салонов связи Евросети на пике роста (2008 г.)

Страна	Количество салонов связи	Количество городов присутствия
Россия	4200	1090
Украина	392	139
Казахстан	288	67
Беларусь	88	41
Молдова	28	8
Киргизия	22	8
Узбекистан	24	8
Армения	12	2
Литва	44	16
Латвия	22	10
Эстония	25	14
Итого:	5145	1403

Развитие сети салонов связи оказалось мощным акселератором роста компании, который позволил Евросети вырваться в лидеры всего за несколько лет интенсивного развития. Однако это был не единственный фактор, который сыграл важную роль в развитии компании.

Другим важным акселератором роста стала *ценовая политика* компании и ориентация на «массового покупателя». Низкие цены оказались привлекательным ходом в глазах потенциальных потребителей. Взяв ориентацию на формат дискаунтера, Евросеть снизила торговую наценку с 25%, как было у конкурентов, до всего 5–7%.

Еще одним важным фактором, сыгравшим большую роль в популяризации Евросети, стала эпатажная реклама. Агрессивная рекламная кампания, стартовавшая в 1999 г., «Евросеть — цены просто...!» (2000), а также ряд скандальных PR-акций приковали всеобщее внимание и в немалой степени способствовали росту узнаваемости бренда. Так, например, 1 апреля 2003 г. компания провела громкую PR-акцию по раздаче 20 сотовых телефонов тем, кто согласится раздеться на глазах у посетителей центрального офиса — «Дворца связи», расположенного на Тверской, 4. В следующем году компания устроила конкурс боди-арта, когда пары молодых людей должны были расписать себя цветами трубок мобильных телефонов. А 25 января 2005 г. в ряде городов России Евросеть организовала акцию «День моржа», в которой для получения приза людям предлагалось голыми искупаться в ледяной воде.

Katalevsky_1.indd 228 28.03.2011 16:10:30

Рекламная кампания позитивным образом сказалась на продажах Евросети (положительная петля обратной связи «эпатажная реклама»).

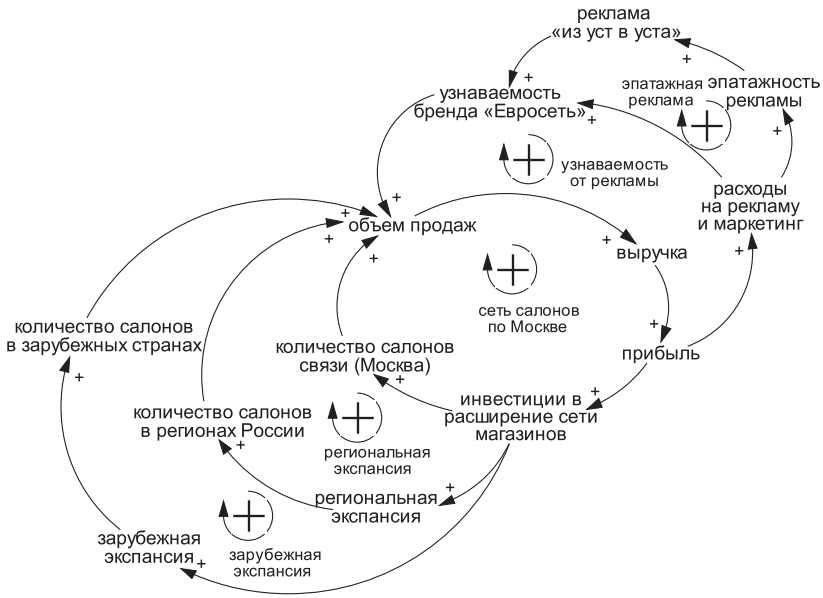


Рис. 5. Управление ростом компании: агрессивная реклама

Интересно, что удачные рекламные кампании были у конкурентов компании в это же время — например у Связного, третьей по величине компании в 2003 г. («Взрослые игрушки» и «Топ-модели»).

Из интервью Максима Ноготкова, Генерального Директора компании «Связной»:

«*Какое место в своем бизнесе вы отводите рекламе? Кто автор наиболее удачных ваших рекламных кампаний "Взрослые игрушки", "Топ-модели доступны"*?

— Своим успехом мы очень во многом обязаны рекламе. Особенно удачной была первая кампания — "Взрослые игрушки". На нее мы потратили $1 млн. В ноябре—декабре 2002 года, когда пошла эта реклама, на нас обрушился буквально шквал звонков от клиентов — все желали купить такие телефоны. Мы даже не знали, как отвечать на такие запросы. Я считаю, что именно после "Взрослых игрушек" "Связной" стал полноценным брэндом. Потом часть этих образов мы использовали в формировании нашего брэнда, поскольку нам показалось, что они довольно точно отражают то, что мы делаем... Ситуация с кампанией "Топ-модели доступны" развивалась по тому же сценарию...»

Источник: «Миллиард Максима Ноготкова», www.mybiz.ru

Katalevsky_1.indd 229 28.03.2011 16:10:30

Рис. 6. Эпатажная реклама Евросети

Из интервью Е. Чичваркина:

«Но если посмотреть внимательно на распределение финансовых средств, то 95% денег все же уходило на достаточно скучные вещи, — уточняет Чичваркин. — Двигателем продаж являются конкретные ценовые предложения. А вся веселуха имеет отношение к брэнду и увеличивает узнаваемость. Не скрою, все это закладывается намеренно. Но посмотрите, каков результат!»

Источник: Вересова А. Почему «Евросеть» купила «Техмаркет», а не наоборот. www.mybiz.ru

Алексей Чернореченский, специалист по лингвистике, семантике и семиотике, акцентирует внимание также на удачном выборе названия организации:

«Выигрышности бренда, как это ни парадоксально, поспособствовал и правильный выбор названия, что особенно интересно в свете проблемы *номинации*: что порождается чем — имя вещью или наоборот. На подсознание потребителя, несомненно, повлияла *семантическая наполненность* бренда. Двукорневое имя (достаточно стандартный ход для поиска запоминающегося неологизма) одновременно отсылает нас к *двум* масштабным концептам, которые вкупе дали позитивный эффект восприятия. Первая часть имени отсылает к аксиологически позитивному корню “евро”, что в сознании обывателя смыкается с понятием “качество”; вторая же часть, “сеть”, дает психологический референт на протяженно-континуумные понятия “распространенность”, “масштабность”. Более того, при переходе на латинскую графику также не будет проблем, поскольку английское Euroset тоже оказывается неологизмом с позитивным значением, которое можно понять как “евронабор”»[1].

Исследования 2005 г. показали, что бренд «Евросеть» стал одной из самых узнаваемых торговых марок, его узнаваемость по стране составила 80–90%: в Москве — 85%, в Санкт-Петербурге — 88%, в Нижнем Новгороде и Самаре — более 90%, выше 80% — в других крупных городах. Согласно стати-

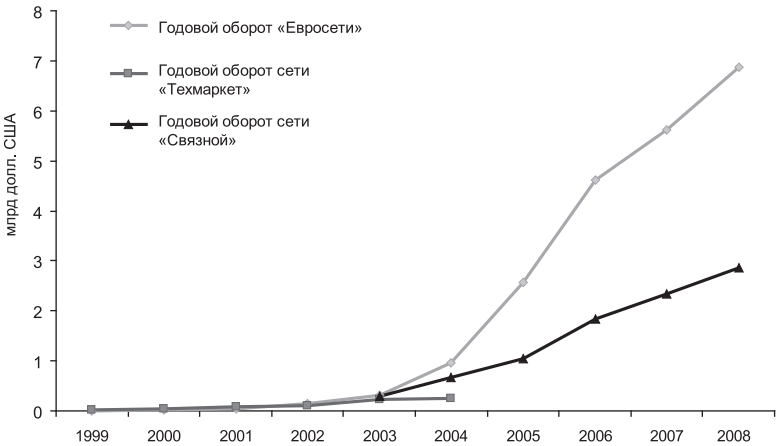
[1] Работы А.А. Чернореченского можно найти на сайте www.chernorechenski.ru

Katalevsky_1.indd 230 28.03.2011 16:10:30

стике продаж, во втором квартале 2005 г. каждый четвертый сотовый телефон в России был продан в салонах «Евросеть».

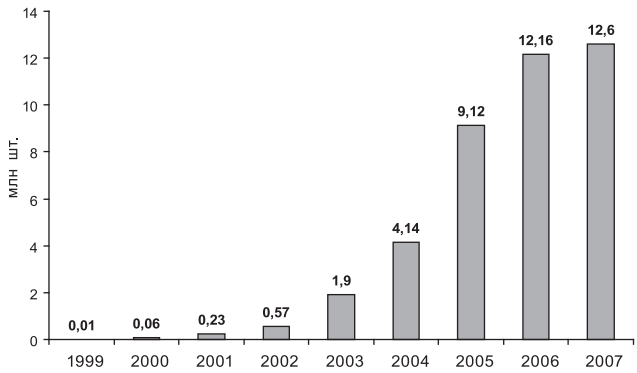
Как результат, на рис. 7–8 можно видеть стремительный экспоненциальный рост объемов продаж и выручки Евросети и, соответственно, ее быстрый отрыв от основных конкурентов — Техмаркета и Связного.

Так, в целом за 2007 г. Евросеть реализовала через собственную розничную сеть 12,6 млн сотовых телефонов, при общем объеме розничных продаж сотовых телефонов на рынке России в 2007 г. около 32,5 млн шт. (рис. 8). Доля компании в розничных продажах сотовых телефонов в России в 2007 г. со-



Источник: данные компании, www.euroset.ru, портала www.mybiz.ru

Рис. 7. Динамика годового оборота Евросети и ее основных конкурентов



Источник: данные компании

Рис. 8. Динамика продаж мобильных телефонов в салонах Евросети

Katalevsky_1.indd 231 28.03.2011 16:10:30

ставила 34,8%. Такого успеха Евросети удалось достичь вследствие удачной эксплуатации нескольких акселераторов роста, главными из которых стали формирование дистрибуторской сети салонов по всей стране, яркая рекламная кампания, обеспечившая высокую узнаваемость бренда, а также маркетинговая стратегия ориентации на низкие цены.

Быстрые темпы роста не только позволили Евросети вырваться в абсолютные лидеры, они способствовали формированию важного конкурентного преимущества компании — *власти над крупнейшими вендорами* мобильных телефонов в России. Динамика возникновения данного конкурентного преимущества отражается положительной петлей обратной связи «власть над поставщиками» на рис. 9. С ростом объема продаж компании растет ее доля рынка в сравнении с конкурентами (доля рынка — отношение объема продаж Евросети к общему объему рынка мобильных телефонов России). Чем выше доля рынка Евросети, тем значительнее будет ее влияние на производителей — поставщиков мобильных телефонов. Приобретаемая компанией власть над поставщиками позволяет эффективно реализовывать стратегию лидерства по издержкам: за счет высоких объемов продаж Евросеть получила возможность договариваться о более выгодных условиях поставок с производителями мобильных телефонов. Путем снижения цены закупки компании удается сохранять низкие цены, что делает ее особенно привлекательной в глазах потенциальных потребителей. Таким образом, Евросети успешно удалось задействовать акселератор «рыночной власти» над поставщиками мобильных телефонов.

Рыночная власть компании над поставщиками оказалась весьма сильной: несмотря на крупные конфликты с некоторыми поставщиками — компаниями Nokia, Samsung, Alcatel, Panasonic и Voxtel — Евросети всегда удавалось выйти победителем: поставщики мобильных телефонов соглашались сотрудничать с Евросетью на выгодных для нее условиях.

На примере Евросети наглядно прослеживается преимущество от эксплуатации эффектов возрастающей отдачи, которое приводит к «замыканию» рыночной системы на одной компании. Евросеть настолько сильно выросла за период с 2000 по 2006 г., что фактически превратилась в монополиста, способного ощутимо влиять на расстановку сил на рынке дистрибуции средств мобильной связи.

В истории Евросети прослеживается сценарий, описывающийся одним из системных архетипов Питера Сенге: при соревновании двух конкурентов — A и B — чем больше успех одного относительно другого, тем более вероятно распределе-

Katalevsky_1.indd 232 28.03.2011 16:10:30

Katalevsky_1.indd 233

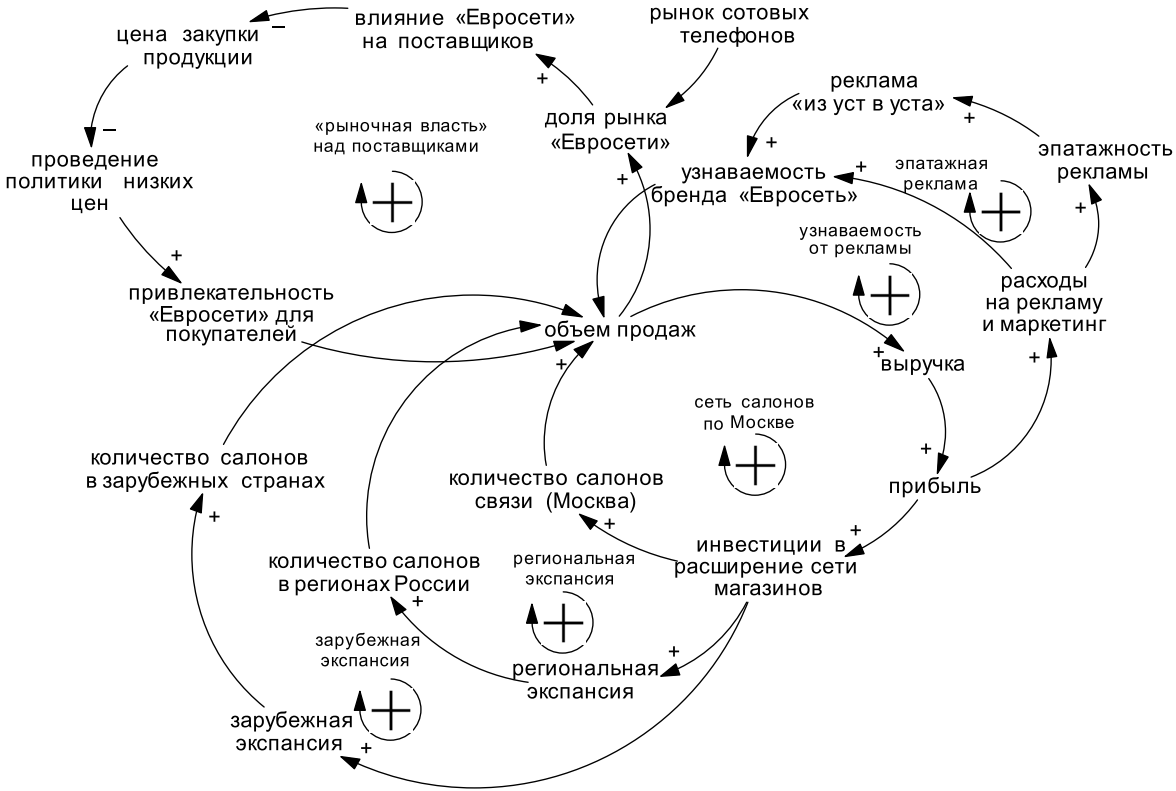


Рис. 9. Управление ростом компании: власть над поставщиками

28.03.2011 16:10:30

ние ограниченных ресурсов в *его пользу* в последующем. Соответственно, в случае первичного преимущества А над В больше ресурсов выделяется А, что еще более закрепляет его преимущество и способствует росту дальнейшего отставания В.

«Два направления деятельности конкурируют за ограниченные ресурсы. Чем больше успех одного, тем щедрее снабжается это направление за счет другого... Два вида продукции конкурируют за ограниченные управленческие и финансовые ресурсы компании; один пользуется большим спросом и получает больше ресурсов за счет другого, что запускает усиливающий механизм обратной связи»[1].

Динамика возникновения данного конкурентного преимущества изображена на рис. 9 (петля обратной связи «Рыночная власть над поставщиками»). С ростом объема продаж компании растет доля рынка компании в сравнении с ее конкурентами (доля рынка — отношение объема продаж Евросети к общему объему рынка мобильных телефонов России). Чем выше доля рынка Евросети, тем значительнее будет ее влияние на поставщиков мобильных телефонов — вендоров. Приобретаемая компанией власть над поставщиками позволяет эффективно реализовывать стратегию лидерства по издержкам.

Как минимум два крупных конфликта Евросети с поставщиками получили широкую огласку: конфликт с руководством компании Samsung в 2002 г. и конфликт с Nokia в августе 2006 г. Летом 2002 г. Евросеть «порвала» с корейской компанией из-за недопоставок продукции. Отношения были восстановлены только в январе 2004 г. Очередное обострение конфликта произошло в августе 2005 г., когда Евгений Чичваркин обвинил Samsung в недопоставках телефонов и заявил, что продавцы салонов не будут получать комиссионных за продажу продукции Samsung. В результате доля Samsung в продажах Евросети в течение полугода упала с 7,1 до 1,7%. После периода крайне прохладных отношений, по словам Чичваркина, «трезвый расчет возобладал над эмоциями»[2].

Также вследствие недопоставки товаров произошел конфликт с финской Nokia в августе 2006 г. Руководство компаний не смогло договориться по вопросам поставки телефонов: Евросеть была недовольна тем, что, по ее мнению, финская компания поставляет Евросети ограниченное число моделей Nokia и не дает ей право быть дистрибьютором Nokia в странах СНГ. Ранее компания также останавливала продажи телефонов Alcatel, Panasonic и Voxtel.

---

[1] *Сенге П.* Пятая дисциплина. Искусство и практика самообучающейся организации. М.: Олимп-Бизнес, 2003.

[2] Война и мир Евросети // Секрет фирмы. 2006. № 16 (151).

Katalevsky_1.indd 234 28.03.2011 16:10:31

Привлекательность магазинов Евросети для потенциальных покупателей росла также *за счет расширения ассортимента компании*: Евросеть стала реализовывать не только мобильные телефоны, но и цифровые фотоаппараты, аудиотехнику, аксессуары и другие товары. Такого рода диверсификация продаж стала важным преимуществом компании, поскольку Евросеть превратилась в небольшой «высокотехнологичный супермаркет».

Важным фактором повышения привлекательности компании для потребителей является уровень обслуживания клиентов. Компания не раз выделяла его в качестве приоритетного направления. В связи с быстрым ростом компании особое значение приобретает подбор персонала, его обучение, корпоративный стиль и правила взаимодействия с покупателями. Ориентация на опытный персонал и высокий уровень обслуживания покупателей представляет собой важный элемент стратегии развития компании. Внимание к подготовке персонала подтверждается отчасти и тем фактом, что в компании работает собственный центр подготовки новых сотрудников (рис. 10).

Так, согласно концепции возрастающей отдачи, в 2004–2005 гг. произошло «замыкание системы» — из компании, которая в декабре 1997 г. имела всего два салона сотовой связи, уже к концу 2005 г. Евросеть превратилась в лидера отрасли: в октябре 2005 г. ее рыночная доля, по оценкам *Mobile Research Group*, составила около 37%. Теперь конкурировать с компанией становится чрезвычайно сложно: необходимо преодолевать синергию эффектов сразу нескольких акселераторов роста (лидерства по издержкам и экономии на масштабе, рыночной власти над поставщиками, сильного бренда компании и ее широкой известности). Потеснить компанию на рынке будет довольно сложно — если только она серьезно не сбавит темпы роста и не допустит ряд стратегических просчетов.

Каким образом удалось компании совершить такой стремительный взлет? Безусловно, своим беспрецедентным темпом роста Евросеть обязана прежде всего умелому руководству ее менеджеров: грамотно подобранной маркетинговой стратегии, ориентации на быстрое расширение, агрессивности рекламной кампании, лидерству по издержкам, наконец, в некоторой степени харизме Евгения Чичваркина, стоявшего у истоков компании.

По-видимому, просчеты конкурентов — в первую очередь, Техмаркета — также сыграли немаловажную роль во взлете Евросети. Техмаркет фактически уступил Евросети лидерство вследствие нескольких ошибок со стороны высшего руководства, а также неудачного стечения ряда обстоятельств.

Katalevsky_1.indd 235 28.03.2011 16:10:31

Katalevsky_1.indd 236

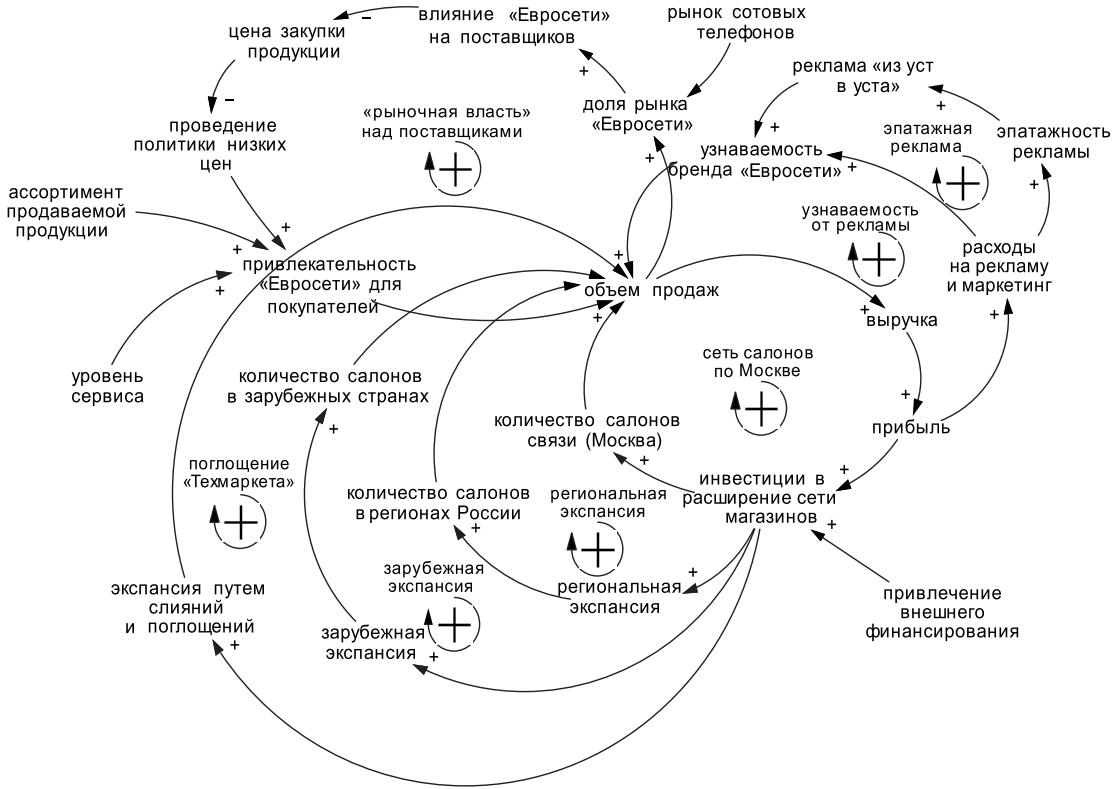


Рис. 10. Управление ростом компании «Евросеть»

28.03.2011 16:10:31

В чем состояли ошибки главного конкурента Евросети — компании «Техмаркет»?

Работа над ошибками. Техмаркет вышел на рынок еще в 1993 г. Благодаря личным связям с Дмитрием Зиминым, основателем компании «Вымпелком» и ее Генеральным директором в то время, Зеленин получил выгодное предложение продавать контракты на услуги сотовой связи, став дилером БиЛайна. Первоначально это было очень прибыльное дело, тогда как продажи мобильных трубок развивались как сопутствующий бизнес. С 1995 г. Техмаркет заключил контракт на поставку мобильных телефонов с компанией Motorola, впоследствии став самым крупным оптовым поставщиком ее аппаратов в Россию. После кризиса 1998 г. Техмаркет стал также и дилером МТС, а в конце 1990-х компания Зеленина превратилась в крупнейшую в Москве дилерскую компанию по продаже услуг мобильной связи.

Из интервью Вадима Зеленина, Генерального Директора компании «Техмаркет»:

«***— Темпы роста Вашей сети больше в Москве или в регионах?***

— В регионах. Но в отличие от "Евросети" и "Связного", развивающихся экстенсивно (то есть они захватывают рынок маленькими магазинчиками с низкой доходностью и небольшой рентабельностью — лишь бы захватить рынок), мы развиваемся интенсивно. Наша маркетинговая группа проводит исследования привлекательности региона, потенциалов его развития. На основании этих исследований выбираются регионы, и туда направляются представители компании, чтобы ознакомиться с ситуацией на месте, оценить развитие местных и центральных операторов в регионе, глубину проникновения сотовой связи. Только после получения этих отчетов принимается окончательное решение. Поэтому все наши региональные салоны работают по тем же высоким стандартам, что и московские.

— А не лучше ли, пока конкуренция не столь сильна, захватывать рынки экстенсивно, а уж потом развиваться через рост доходности магазинов?

— Для этого нужно иметь оборотные средства. Пока еще московские сети сотовой связи не вышли на фондовый рынок и не имеют стратегических партнеров, не повышают свою капитализацию за счет продажи акций. Поэтому источники оборотных средств ограничены, и, следовательно, динамика открытия офисов продаж сдерживается. Мы выбрали "золотую" середину: увеличиваем количество офисов, но при этом делаем ставку на эффективность каждого офиса продаж.

— За счет каких средств идет развитие?

— "Техмаркет" развивается *только за счет собственных средств* (выделено мной. — *Д. Каталевский*)».

Источник: RBC Daily, Март 2004. www.rbcdaily.ru

Katalevsky_1.indd 237 28.03.2011 16:10:31

В выдержке из данного интервью отражены главные стратегические просчеты Техмаркета. Основная ошибка Зеленина, по мнению автора, состояла в выборе *интенсивного* пути, а не *экстенсивного*, как у Евросети. Как следует из интервью, компания в первую очередь ориентировалась на *повышение рентабельности продаж* своих салонов, тогда как Евросеть стремительно захватывала рынок, открывая все новые и новые точки. Как видно из рис. 1, именно этот цикл роста был мощным акселератором, особенно важным на начальной стадии развития компании. Несмотря на более чем трехкратное отставание по годовому обороту в 2000 г. (15 млн долларов против 50 млн у Техмаркета), уже через два года Евросети удалось обогнать своего конкурента.

Техмаркет значительно медленнее открывал новые салоны, чем его конкуренты:

«...за 2003 год количество салонов Евросети выросло в 3,5 раза, причем 62 из 232 новых точек открылись в провинции. Как результат, выручка компании тоже резко увеличилась — более чем в два раза. Техмаркет тоже показал двукратный рост оборотов. Но это было последнее значительное увеличение его доходов. Оно произошло скорее по инерции и не было закономерным следствием бизнес-стратегии. Вадим Зеленин по-прежнему много сил и средств вкладывал в опт. А на розничном рынке действовал слишком медленно. Регионами Техмаркет заинтересовался в 2002 году, открыв первые салоны в Перми и Тюмени. Менеджмент компании провозгласил "интенсивный путь развития" — противоположный "экстенсивному пути", выбранному Евросетью. "Интенсивность" предполагала упор не на количество салонов, а на повышение их рентабельности. Была поставлена цель: открывать только потенциально успешные точки. Для этого перед выходом в очередной город региональный департамент Техмаркета сначала детально изучал местный рынок. И только в том случае, если прогнозы оказывались благоприятными, открывалось сразу несколько офисов. Оборотной стороной такого "правильного" маркетинга стало неоправданное затягивание сроков запуска новых региональных проектов. Техмаркет боролся с этой проблемой и к концу 2002 года сократил организационный период с четырех до полутора месяцев. Однако другие сети открывали новые салоны за считанные недели. И на их фоне это достижение оказалось вчерашним днем...»

Источник: Вересова А. Почему «Евросеть» купила «Техмаркет», а не наоборот. www.mybiz.ru

В конце 2003 г. у Техмаркета было всего 20 салонов в регионах, тогда как у Евросети на декабрь 2003 г. таких салонов насчитывалось уже 113. Только весной 2004 г. Техмаркет планировал выйти на розничный рынок мобильных телефонов Санкт-Петербурга, однако большинство экспертов отнеслись

Katalevsky_1.indd 238 28.03.2011 16:10:31

к этому скептически: к тому времени рынок северной столицы был уже прочно поделен между конкурентами. В то время в Санкт-Петербурге были представлены практически все крупнейшие московские сети салонов связи — Евросеть, Dixis, Связной. Компания Dixis, первой вышедшая на питерский рынок в 2000 г., являлась на тот момент крупнейшей в городе (около 70 салонов). Крупным местным игроком была компания «Телефорум» с 50 салонами.

Нельзя сказать, что стратегия Техмаркета была неверной в корне. В общем-то менеджмент компании руководствовался весьма здравыми идеями: повышением роста рентабельности салонов связи, акцентом на качество предоставляемых услуг, вниманием к программам подготовки кадров, торговлей только качественными товарами.

Из интервью Вадима Зеленина:

«***— Каковы конкурентные преимущества сетей салонов связи по сравнению друг с другом?***

— Сейчас особое внимание покупатели обращают на качество сотовых телефонов и, соответственно, делают покупку в тех салонах, где качество гарантировано. А это — одно из наших конкурентных преимуществ: мы всегда торговали "белыми" сотовыми телефонами. Второе конкурентное преимущество — это качество обслуживания. Мы большое значение придаем подготовке персонала: у нас работает учебный центр, в программу которого входит курс лекций и практических занятий. Затем стажеры сдают экзамены и только после этого допускаются в торговый зал. Мы стремимся к тому, чтобы покупатель — даже без наличия визуальных отличий (реклама магазина, внешний вид продавцов) — минут через 10–15 мог получить представление, в какую компанию он попал.

...Для нас главное — прибыльность бизнеса. С этих позиций мы оцениваем выход на рынок того или иного региона. Для нас более эффективным является открытие салона в регионе с меньшим уровнем конкуренции, чем в Санкт-Петербурге».

Источник: RBC Daily, март 2004. www.rbcdaily.ru

Действительно, согласно данным Евросети, рентабельность салонов связи в 2003–2004 гг. была невысокой — выручка на квадратный метр салона в среднем составляла 20–21 доллар. Однако вопрос о повышении рентабельности салонов продаж, на который сделал акцент Техмаркет, был важным, но не ключевым: время было выбрано неподходящее. В условиях быстро растущего рынка того периода, при одновременном усилении конкуренции в отрасли, необходимо было наращивать количество салонов связи, т.е. применять тактику Евросети, Связного, Dixis, которые быстро сокращали отрыв от Техмаркета. Согласс-

Katalevsky_1.indd 239 28.03.2011 16:10:31

но концепциям системной динамики, Техмаркет совершенно не использовал эффект самоусиливающегося роста вследствие позитивной обратной связи, т.е. действия компании по увеличению рентабельности своих салонов были правильными, но преждевременными. Захватив доминирующую долю рынка, Евросеть, будучи победителем, позже могла сосредоточиться на оптимизации бизнес-процессов и повышении рентабельности продаж.

Интересно, что Александр Изосимов, руководитель ОАО «Вымпелком» (торговая марка «БиЛайн»), в статье, опубликованной в Harvard Business Review, также приходит к выводу, что в условиях ненасыщенного рынка и быстрого роста (он вводит термин «гиперрост») необходимо прежде всего сфокусироваться на захвате доли рынка, а уже потом совершенствовать процедуры управления:

> «В большинстве случаев доли рынка распределяются на этапе гиперроста отрасли. Когда рост замедляется и определяются лидеры, существенного передела уже не бывает... Это означает, что в стратегии компаний, вступающих в фазу гиперроста, на первом месте должны стоять продажи. Главное для вас — захватить максимальную долю рынка. И для этого не нужна идеальная бизнес-модель; достаточно той, которая помогла бы вам привлечь побольше выгодных покупателей и оперировала бы несколькими несложными показателями. Нет смысла тратить время на разработку идеального ассортимента, сочетания продуктов и услуг и доводить до совершенства свою бизнес-модель, наполняя ее множеством показателей эффективности, если за это время конкуренты заберут всех пользователей. Наверняка сначала у вас будет не так уж много данных по затратам, а значит, едва ли вам удастся в первый год гиперроста отладить свою бизнес-модель, даже если вы очень захотите...»[1]

Эти идеи перекликаются с рассмотренными нами в Главе 3 эффектами возрастающей отдачи и основанными на их эксплуатации стратегиями «быстрого роста».

Второй стратегической ошибкой менеджмента Техмаркета, по нашему мнению, стала *концепция развития* «*только за счет собственных средств*», которых, по признанию самого Зеленина, «не хватало». В то же время Евросеть активно брала кредиты на развитие, которые использовала для открытия новых салонов продаж. 26 октября 2004 г. компания осуществила займ на 1 млрд рублей путем выпуска облигаций с купонным доходом 16,33% и сроком на 18 месяцев.

[1] *Изосимов А.* Управление гиперростом // Harvard Business Review. http://www.hbr-russia.ru/issue/37/31/

Katalevsky_1.indd 240 28.03.2011 16:10:31

Третьей стратегической ошибкой менеджмента Техмаркета стало *отсутствие сфокусированности*. Компания начала реализацию нескольких проектов, которые в тех условиях рынка также были преждевременными — развитие интернет-магазина, оборот которого составлял примерно 20 тысяч долларов в месяц, что соответствовало обороту всего одного реального салона. Кроме этого, компания занималась прочими непрофильными проектами вроде выпуска карт оплаты международной и междугородной связи под собственной маркой, открытия интернет-кафе в аэропорту «Домодедово», а в 2004 г. был запущен ежемесячный журнал под названием «Техмаркет». Это распыляло усилия и отвлекало компанию от главного бизнеса.

Наконец, к просчетам менеджмента компании следует также отнести недостаточную диверсификацию поставок Техмаркета. С 2000 г. Техмаркет стал официальным партнером Siemens Mobile, сосредоточившись на торговле телефонами этой марки. В 2002 г. у Siemens произошло сокращение поставок в Россию, тогда как на телефоны этой марки у Техмаркета приходилось до 40% поставок. Заняв выжидательную позицию, Техмаркет надеялся на получение более выгодных условий сотрудничества с Siemens в будущем, однако значительно потерял в оборотах, что в дальнейшем существенно затормозило программу его региональной экспансии.

В 2004 г., несмотря на рост оборотов Техмаркета почти на 30% и общее количество торговых салонов, достигшее 140, у компании образовались крупные долги перед вендорами, — порядка 6 млн долларов, — и ей так и не удалось выбраться из кризиса. В 2005 г. Техмаркет был куплен Евросетью, по решению менеджмента которой название сети не менялось, а развивалось далее по франшизе.

Даст ли заметный лидерский отрыв Евросети от конкурентов гарантии ее безопасного существования в среднесрочной и долгосрочной перспективе? С одной стороны, в краткосрочной перспективе позиции компании выглядят более чем устойчиво: Евросеть обеспечила себе довольно высокий отрыв от конкурентов. Однако причинно-следственный анализ показывает, что даже при складывании на рынке ситуации «блокировки» существуют определенные условия, при которых преимущества компании, полученные вследствие эксплуатации эффектов возрастающей отдачи, могут быть утеряны. В частности, для Евросети потенциально существует несколько типов проблем, с которыми она может столкнуться в будущем. Слишком быстрый рост способен в перспективе ухудшить уровень обслуживания покупателей, что может негативно отразиться

Katalevsky_1.indd 241 28.03.2011 16:10:31

на репутации компании и объеме продаж. В практике стратегического управления широко известен случай People Express, авиакомпании-дискаунтера в США, агрессивно вышла на рынок авиаперевозок в начале 1980-х гг., поначалу демонстрировала взрывные темпы роста, но, не справившись с развитием, после нескольких лет оглушительного успеха быстро распалась (см., в частности, работы Д. Уайтстоуна[1] и Дж. Стермана[2]).

Основная задача для Евросети, как и в случае с People Express, заключается в умении *сбалансировать рост с потребностями в персонале и финансовыми ресурсами*. Следует отметить, что несбалансированность своевременного найма и обучения персонала часто недооценивается менеджерами и поэтому представляет особую опасность, так как задействует рискованную петлю обратной связи, связанную с кадровой политикой компании (на рис. 12 положительная петля обратной связи «падение качества обслуживания»). Как видно из рис. 11, инвестиции в расширение компании и открытие новых салонов рождают потребность в кадрах, которая удовлетворяется за счет найма нового персонала. Однако чем больше новичков в компании, тем ниже средний уровень опытности работника (может быть измерен в человеко-часах). Чем ниже средний уровень опыта персонала, тем хуже уровень обслуживания в компании, а плохой сервис, в свою очередь, снижает привлекательность Евросети для потребителей. Соответственно, для компенсации этого акселератора разрушения компании необходимо вкладывать деньги в обучение и тренинг персонала.

Однако это не единственный компенсационный механизм издержек быстрого роста компании. Не менее серьезным является и следующая взаимосвязь. В случае, если высокая загруженность сохраняется в течение длительного времени, происходит «синдром сгорания» — часть персонала, не выдержав нагрузки, увольняется. Процедура найма требует времени на поиск и отбор персонала, его последующее обучение и подготовку. До того момента, пока будет найден, выбран, принят на работу и, наконец, обучен необходимым навыкам новый сотрудник, компания перераспределяет существующую нагрузку на старых. Это приводит к росту их загруженности, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на мотивации сотрудников, ухудшая качество сервиса в салонах связи.

---

[1] *Whitestone D.* People Express (A), Case № 483-103. Cambridge, MA: HBS Case Services, 1983.

[2] *Sterman J.D.* People Express Management Flight Simulator', available from author, Sloan School of Management, MIT: Cambridge, MA 02142, 1988.

Katalevsky_1.indd 242 28.03.2011 16:10:31

Katalevsky_1.indd 243

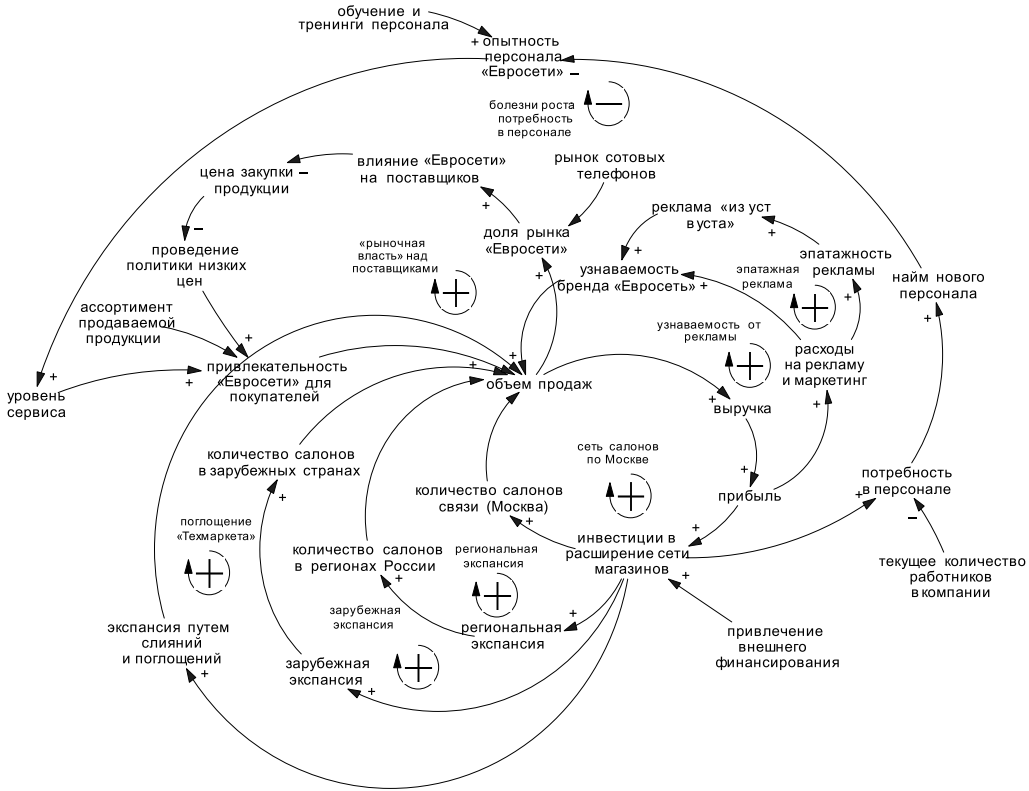


Рис. 11. Управление ростом компании: нейтрализация издержек роста

28.03.2011 16:10:31

Katalevsky_1.indd 244

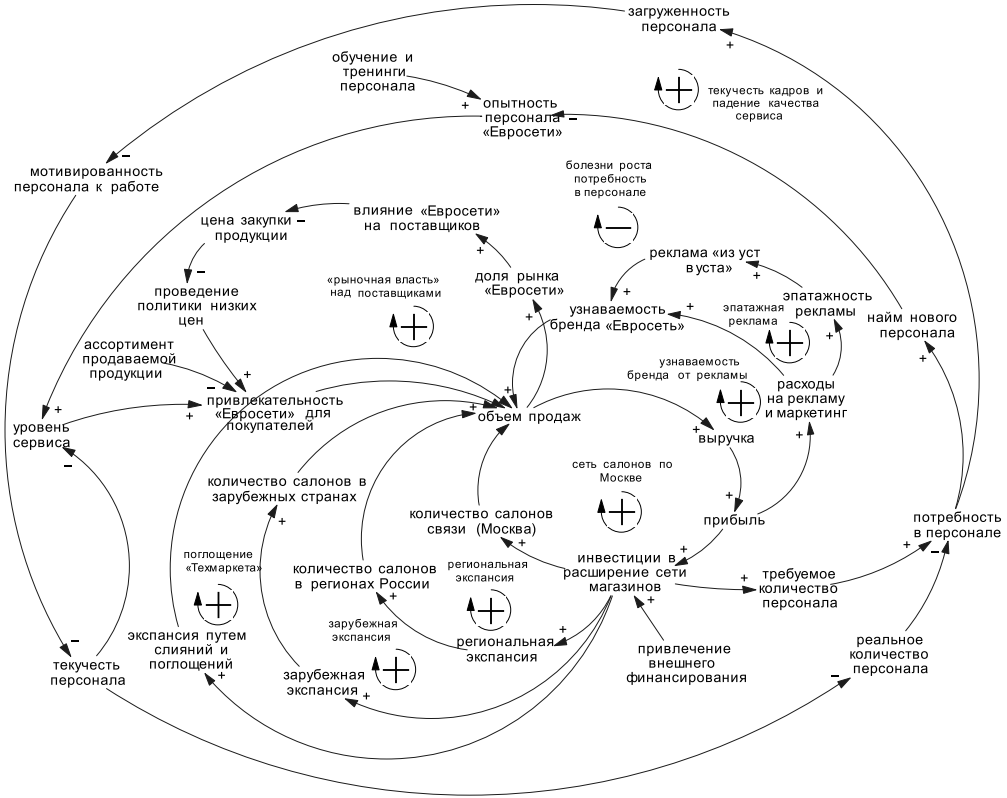


Рис. 12. «Смертельная спираль»: текучесть кадров и падение качества сервиса

28.03.2011 16:10:31

Растущая текучесть кадров повышает потребность в найме нового персонала — подобного рода механизм так называемой «смертельной спирали» (death spiral) хорошо исследован в системно-динамической литературе на примерах теории и практики управления проектами[1]. Компания рискует попасть в замкнутый круг, который может нанести существенный урон ее репутации, заметно снизить продажи и, как следствие, долю рынка компании.

Косвенным подтверждением функционирования описанного механизма является попадание Евросети в рейтинг худших работодателей по версии журнала «Секрет фирмы» в 2006 г.:

«"Евросети", позиционирующей себя как работодатель для молодых и азартных людей, действительно довольно трудно найти устраивающих ее сотрудников. На рынке сложилось убеждение, что "Евросеть" — компания, которая поощряет адский труд. "Если хотите стать рабом на плантации, устраивайтесь в "Евросеть". В этой компании из вас сделают полного зомби",— говорит один из соискателей. "Здесь можно получить хроническое заболевание", — вторит ему другой. Более сдержан в своих оценках директор по персоналу "Связного" Антон Кравченко: "Отличительная черта работы в "Евросети" — непрерывный драйв". Другое дело, что выдержать подобное напряжение по силам не каждому. Следует заметить, что в самой компании не идеализируют свой образ на кадровом рынке. "Мы работаем как соковыжималка. Бешеные ритмы, высокие планы — все это про нас", — соглашается президент "Евросети" Элдар Разроев...».

Источник: Секрет фирмы. № 41 (176) «Антибрэнды кадрового рынка». 06.11.2006. С. 66.

Таким образом, исследование показывает, что Евросети удалось использовать эффект возрастающей отдачи и при помощи эксплуатации нескольких акселераторов роста успешно реализовать свою стратегию, став одним из лидеров российского рынка. Согласно отчету консалтинговой компании Делойт и Туш, Евросеть стала одним из самых динамично развивающихся ритейлеров мира, войдя в рейтинг крупнейших 250 международных розничных компаний[2].

Пример Евросети наглядно иллюстрирует не только эффект зависимости от пути, но также раскрывает механизм его происхождения. Стратегический анализ, основанный на акселераторах роста, позволяет выявить механизм реализации стратегии компании и оценить эффективность ее деятельности.

[1] *Cooper K.* The 2000$ hour. How managers influence project performance through rework cycle. Business dynamics practice // Project Management Journal. 1994. March.

[2] *Deloitte & Touche.* 2008 Global Powers of Retailing // January 14, 2008. http://www.deloitte.com

Katalevsky_1.indd 245 28.03.2011 16:10:31

Полученные в ходе анализа результаты позволяют сделать ряд важных выводов относительно будущих тенденций развития компании, помогая системно подойти к разработке/оптимизации стратегии компании.

В заключение следует отметить, что пример Евросети не является уникальным в новейшей истории российского бизнеса. Среди отечественных компаний, быстрый рост которых основывается на эксплуатации акселераторов роста, можно выделить, в частности, компанию Лаборатории Касперского и Яндекс.ру (информационные технологии), БиЛайн, Мегафон (сотовая связь), банк Русский Стандарт (потребительское кредитование), торговые сети X5 и Л'Этуаль (розничная торговля). Более подробный анализ их стратегии развития представляет собой перспективную область для дальнейших исследований феномена управления российскими компаниями на основе эффектов возрастающей отдачи.

Главными акселераторами роста для компании Евросеть стали развитие сети дистрибуции, ориентация на политику низких цен, повышение осведомленности от агрессивной рекламы и эпатажных PR-акций, поглощение конкурентов, дифференциация своих услуг. Возрастающая отдача от использования нескольких акселераторов роста позволила Евросети добиться высокой «рыночной власти» над пользователями и контрагентами (поставщиками), реализовав на практике эффекты зависимости от предыдущей траектории развития и блокировки рынка. За счет этого Евросеть смогла существенно повысить барьеры на вход для своих конкурентов и завоевать значительную долю рынка.

Кейс № 4

Стратегия развития компании Microsoft: управление на основе акселераторов роста[1]

Компания Microsoft, основанная в 1975 г. Уильямом Гейтсом и Полом Алленом, разрабатывает, выпускает и осуществляет поддержку программных продуктов для персональных компьютеров и электронных устройств. В настоящее время Microsoft является одной из крупнейших компаний в сфере IT-технологий в мире с рыночной капитализацией в 224,8 млрд

[1] Кейс был подготовлен в 2009 г. на основе финансовой информации Microsoft за 2008 г.

Katalevsky_1.indd 246 28.03.2011 16:10:31

долларов США[1]. Компания значительно превосходит своих основных конкурентов по размеру рыночной капитализации — Google (103,6 млрд), IBM (151,36 млрд) и Oracle (97,9 млрд).

По результатам 2 квартала 2008 г., выручка компании составила 60,4 млрд долларов США, а чистая прибыль выросла до 17,6 млрд долларов. Общее количество сотрудников компании по всему миру насчитывает около 79 тысяч человек[2]. Основные финансовые показатели компании приведены в табл. 1.

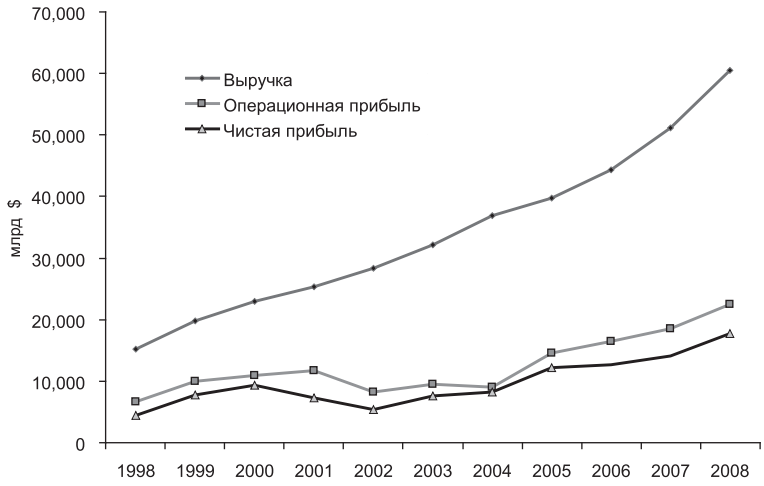
Таблица 1

Финансовые показатели Microsoft и ее конкурентов (2008 г.), %

	Microsoft	Google	IBM	Oracle
Рентабельность по чистой прибыли (Net profit margin)	29,3	24,6	10,90	23,30
Доходность на собственный капитал (ROE)	52,5	21,2	50,6	25,8
Доходность активов (ROA)	26,0	19,1	10,2	13,7
Доходность на инвестированный капитал (ROIC)	41,6	20,6	13,9	17,3

Источник: данные компании, расчеты консалтинговой компании Hoovers

Динамика основных финансовых показателей компании Microsoft за 1998–2008 гг. представлена на рис. 1.



Источник: данные компании

Рис. 1. Динамика основных финансовых показателей Microsoft, 1998–2008

[1] По данным консалтинговой компании Hoovers на октябрь 2008 г.
[2] Microsoft Annual Report 2008.

Katalevsky_1.indd 247 28.03.2011 16:10:31

К началу 2009 г. Microsoft состояла из пяти крупных подразделений:

1. ***Подразделение Client***

Данное подразделение ответственно за разработку и выпуск операционных систем семейства Windows, включая поддержку ОС Windows XP и Windows Vista. Продукция данного отдела компании конкурирует с компаниями Apple Computer, Hewlett-Packard, Real Networks, Mozilla, IBM и Sun Microsystems.

2. ***Подразделение по серверам*** **(Server and Tools)**

Разрабатывает и продвигает на рынке программное обеспечение для работы серверных станций на базе операционной системы Windows Server 2003, включающей в себя также программное обеспечение для разработчиков серверных приложений. В рамках данного подразделения компании проводятся курсы подготовки и сертификации разработчиков и администраторов серверных программных приложений, функционирует служба консультирования и поддержки. Данное подразделение также включает в себя отдел по разработке и продвижению на рынок программных приложений для средних и крупных организаций и государственного сектора (Enterprise Partner Group). Продукция данного подразделения компании включает ОС Windows Server, Microsoft SQL Server, Exchange Server, Microsoft Consulting Services, Visual Studio, продукцию Forefront Security, сервер Biz Talk и другое. Продукция данного подразделения Microsoft конкурирует с программным обеспечением таких компаний, как Hewlett-Packard, IBM, Sun Microsystems, Novell, Red Hat, CA, BMC, Oracle, McAfee, Symantec, Adobe и др.

3. ***Подразделение Microsoft Business Division*** **(*MBD*)**

Подразделение ответственно за разработку программных продуктов Microsoft Office и ряда программных приложений. Программный продукт Microsoft Office приносит более 90% прибыли подразделения. Помимо программ, входящих в пакет Microsoft Office, подразделение также выпускает такие программы, как MS Project, MS Visio, MS Office Live Meeting, MS Exchange Server и другие. Более 75% продаж приходится на организации и около 25% — на продажи индивидуальным потребителям. Этот же департамент отвечает за разработку и выпуск программ семейства Microsoft Dynamics, ориентированных на оптимизацию деятельности небольших, средних и крупных компаний для нужд финансового управления, управления взаимоотношениями с потребителями, управления поставками, а также программного обеспечения для аналитической поддержки. Конкуренцию в этом сегменте составляют

Katalevsky_1.indd 248 28.03.2011 16:10:32

такие компании, как Apple, Corel, Google, IBM, Novell, Oracle, Sun Microsystems, SAP и другие.

4. ***Подразделение Online Services Business (OSB)***

Отвечает за работу служб электронной коммуникации (электронная почта и пересылка сообщений), как, в частности, интернет-портал MSN, а также таких информационных продуктов, как MSN Search, MapPoint, adCenter, Live.com, Virtual Earth 3D. Прибыль этого подразделения складывается преимущественно из интернет-рекламы и сервисов платных услуг. Это подразделение тесно взаимодействует со многими популярными интернет-ресурсами, например CareerBuilder.com, Expedia.com, Foxsports.com, Match.com и MSNBC.com. Продукция в рамках данного сегмента состоит из интернет-порталов MSN Search, MapPoint, MSN Internet Access, MSN Premium Web Services, Windows Live и MSN Mobile Services. Основные конкуренты — порталы AOL, Google, Yahoo! и Earthlink.

5. ***Подразделение Entertainment and Devices Division (EDD)***

Отвечает за разработку, производство и продвижение игровых приставок Xbox, музыкального плеера Zune и всего, что с ними связано — аксессуаров, игр, служб поддержки Xbox и Zune. В рамках подразделения также осуществляется разработка игр для персональных компьютеров, онлайновых сервисов и других устройств. Основная продукция данного подразделения включает игровую приставку Xbox 360, интернет-портал Xbox Live, игры, выпускаемые как самой компанией, так и сторонними производителями под маркой Microsoft. Основные конкуренты — компании Sony и Nintendo. Помимо этого данное подразделение занимается разработкой и продвижением программных приложений для мобильных телефонов, коммуникаторов и прочих электронных устройств, осуществляет управление взаимоотношениями с крупнейшими производителями мобильных устройств и компаниями-поставщиками развлекательного контента. Продукция включает операционную систему для мобильных телефонов Windows Mobile. В рамках деятельности подразделения компания конкурирует с Nokia, Openwave Systems, Palm, Symbian, IBM и другими.

Структура операционной прибыли компании Microsoft по подразделениям представлена на рис. 2 (за исключением подразделения Online Services Business, которое оставалось убыточным).

Динамика операционной прибыли Microsoft за 2007–2008 гг. представлена в табл. 2.

В настоящее время планы Microsoft простираются далеко за пределы ее традиционного бизнеса по разработке программ-

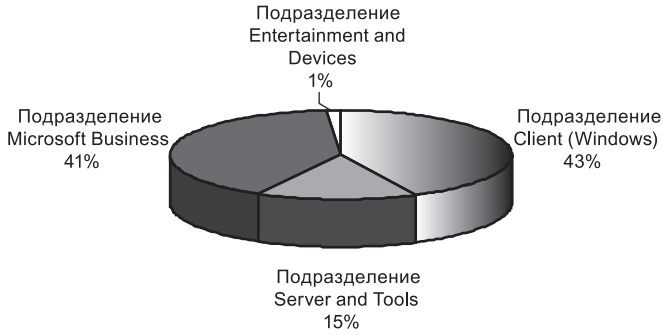
Katalevsky_1.indd 249 28.03.2011 16:10:32

Таблица 2

Динамика операционной прибыли Microsoft за 2007–2008 гг., млрд долл. США

Подразделение	2007 г.	2008 г.	Динамика роста
Подразделение Client	11,467	13,052	14%
Подразделение Server and Tools	3,643	4,593	26%
Подразделение Business Division	10,777	12,358	15%
Подразделение Online Services Business	−617	−1,233	−100%
Подразделение Entertainment and Devices Division	−1,969	426	—

Источник: данные компании



Источник: данные компании

Рис. 2. Структура операционной прибыли Microsoft по ключевым подразделениям

ного обеспечения. С замедлением роста на ключевых рынках компания развивает активную диверсификационную политику, осваивая такие новые для себя рынки, как рынок игровых консолей (игровая консоль Xbox), услуги интерактивного телевидения и доступа к Интернету, программное обеспечение для предприятий, программное обеспечение для разработки новых программ, производство программного обеспечения для мобильных телефонов и коммуникаторов, выводит на рынок собственный музыкальный mp3-плеер Zune и другие инновационные продукты.

Основная стратегия Microsoft в течение последних нескольких лет нацелена на интеграцию ее программного обеспечения в интернет-сервисы, ориентированные как на корпоративных, так и на частных пользователей. В рамках трансформации компании от разработчика программного обеспечения в компанию более широкого медийного профиля, Microsoft

Katalevsky_1.indd 250 28.03.2011 16:10:32

пытается позиционировать свои операционные системы, программное обеспечение и сервисы как фактический стандарт для доступа, коммуникации и ведения бизнеса посредством интернет-сервисов. В этой области прямыми ее конкурентами становятся такие компании, как Yahoo и Google. В рамках освоения рынка программного обеспечения для мобильных телефонов и коммуникаторов компании удалось наладить тесные партнерские отношения с Hewlett-Packard и Motorola, на которых устанавливается программное обеспечение Microsoft Windows Mobile и Windows Media. Закрепляя успех в данной нише, Microsoft поглотила в 2007 г. компанию ScreenTonic, провайдера рекламного контента для мобильных устройств.

Microsoft также использовала выборочные поглощения, включая покупку компаний Navision и Great Plains Software, для расширения своего присутствия на рынке программного обеспечения для крупных компаний (ERP-систем), включая программные приложения для управления взаимоотношениями с клиентами и бухгалтерского учета. Конкурируя с такими компаниями, как SAP и PeopleSoft, Microsoft старается поглотить небольшие и средние по размеру компании, разрабатывающие перспективное программное обеспечение.

Акселераторы роста компании Microsoft. Успех компании Microsoft является наглядным примером действия экономики возрастающей доходности. Microsoft не изобретала язык программирования Basic, операционную систему DOS, графический пользовательский интерфейс (Graphical User Interface, GUI), текстовый редактор, электронные таблицы и взаимосвязанную базу данных. Тем не менее ей удалось захватить доминирующие позиции практически на всех этих рынках. Причинно-следственные диаграммы, рассматриваемые ниже, иллюстрируют, каким образом компании удалось стать столь успешной в продаже продуктов, которые она не изобретала.

Microsoft эффективно использовала первоначальное преимущество партнерства с IBM для завоевания крупной доли рынка операционных систем для персональных компьютеров. В результате воздействия сетевых эффектов, ставших мощным акселератором роста компании, программное обеспечение Microsoft становилось все более привлекательным с ростом его базы пользователей (*акселератор сетевых эффектов* на рис. 3). Поскольку разработка программного обеспечения имеет высокие фиксированные издержки (наукоемкие затраты) и минимальные последующие издержки, связанные с копированием информации (стоимость копирования созданной информации стремится к нулю), *экономия на масштабе производства* позво-

Katalevsky_1.indd 251 28.03.2011 16:10:32

лила компании взимать высокую экономическую ренту, одновременно увеличивая продажи продукции. Полученный доход позволил сформировать существенный маркетинговый бюджет, который способствовал дальнейшему увеличению потребительской осведомленности о продукте и росту продаж. Часть доходов реинвестировалась в совершенствование существующей продукции (*акселератор дифференциации* существующей продукции на рис. 3), а также в разработку новой продукции (*акселератор разработки новой продукции* на рис. 3).

В области производства программного обеспечения компании зарабатывают на особой разновидности повторных покупок — модернизации устаревших версий программы до более совершенных. Непрерывное совершенствование продукции и быстрое внедрение инноваций заставляет конечных пользователей покупать обновленные версии программ. Когда к середине 1990-х гг., вследствие насыщения рынка, доходность Microsoft стала падать, менеджмент компании сфокусировался на выпуске обновленных версий программных продуктов: «Обновление продукции... приносит более низкую прибыль, чем новые продукты. С насыщением рынка приложений продажи смещаются в сторону обновления продукции. Ожидается, что данный тренд продолжится в будущем...»[1].

Компаниям, специализирующимся на производстве программного обеспечения, необходимо также периодически выводить на рынок новую продукцию, чтобы поддерживать рост и высокую доходность, необходимую для финансирования наукоемких исследований и разработок. Это заставляет Microsoft постоянно искать и осваивать новые перспективные сегменты рынка, например создание серверного программного обеспечения, онлайновых сервисов, игровых консолей (Xbox) и музыкальных плееров. Так, реакцией на успех iPod от Apple стал разработанный Microsoft в 2006 г. плеер Zune. В области электронных игровых консолей компания вывела на рынок в 2001 г. приставку Xbox, потеснившую на этом традиционно «японском» рынке таких крупных игроков, как Sony (PlayStation) и Nintendo (Game Cube).

Стратегия компании Microsoft основывается на внимательном мониторинге рынка и выявлении программных продуктов конкурентов, которые обладают высоким рыночным потенциалом. С ростом компании росли и ее финансовые возможности, позволяющие ей отреагировать быстро и достаточно агрессив-

[1] Microsoft Annual Report 1995. P. 4.

Katalevsky_1.indd 252 28.03.2011 16:10:32

но при появлении конкурентов с перспективными наработками (*акселератор слияний и поглощений* на рис. 3).

По мере увеличения числа пользователей программной продукции Microsoft росла привлекательность производства для них комплементарных товаров независимыми производителями (*акселератор комплементарной продукции* на рис. 3). Это еще более способствовало закреплению успеха продукции Microsoft и увеличению ее отрыва от конкурентов[1].

Важным преимуществом компании является также *возможность создавать взаимосвязи как между разными приложениями, так и между старыми и новыми программными продуктами*. Возможно, вследствие такого рода преимуществ компании не обязательно было разрабатывать кардинально новые инновационные продукты, которые могут спровоцировать крупные технологические перемены, способные вызвать значительные изменения status quo. Поэтому, с точки зрения стратегии Microsoft, постепенные инновации более обоснованны. Например, операционная система Windows 3.0 была создана как графический пользовательский интерфейс для компьютеров, работавших на основе DOS. Это позволило не только сохранить уже существующую базу пользователей DOS, но и существенно нарастить ее, пользуясь преимуществом «сетевого эффекта». В дальнейшем Windows 3.0 была улучшена до Windows 95, в которой нашли отражение функции, заимствованные из операционной системы Macintosh компании Apple. Впоследствии Windows 95 была усовершенствована до Windows 98, затем до Windows Millenium (2000), Windows XP, Windows Vista и, наконец, Windows 7.

Однако подобная тактика последовательных улучшений имеет и свои недостатки. В частности, существует риск ослабления компании в плане разработки новых перспективных технологий и программных приложений, а также в плане освоения новых перспективных сегментов рынка. Тактика «догоняющего и опережающего» развития не позволила компании оперативно среагировать на появление такого мощного конкурента, как Google, или же воспрепятствовать широкому рас-

[1] Сегодня этот же акселератор умело поставила себе на службу компания Apple — привлекательность iPhone и iPad во многом основывается на наличии огромной базы приложений, разрабатываемых под эти платформы (к сентябрю 2010 г. база приложений насчитывала более двухсот пятидесяти тысяч). Этот акселератор умело «замыкает» пользователя на использовании продукции той или иной компании и со временем позволяет ситуации развиваться в рамках системного архетипа «Сила — сильному», описанного Питером Сенге.

Katalevsky_1.indd 253 28.03.2011 16:10:32

пространению программного языка Java, разработанного компанией Sun Microsystems.

Следует отметить, что причинно-следственная диаграмма, приведенная на рис. 3, не отражает существование многих балансирующих петель обратной связи, сдерживающих развитие компании, таких как, например, эффект насыщения доли рынка, технологические изменения на рынке, издержки роста компании, размеры компаний и многие другие. Например, технологические перемены — смена стандартов или технологическая революция — могут существенно подорвать рыночные позиции компании. Наконец, антимонопольное регулирование может серьезно ограничить возможности дальнейшего роста (примерами могут служить антимонопольные расследования против Microsoft в США и странах Евросоюза).

Тем не менее, согласно ряду исследователей, причина успеха Microsoft заключается в способности конкурировать как в сфере продукции, так и в сфере стандартов, основываясь на следующих принципах:

1) раннее вхождение на перспективный рынок или создание новых рынков при помощи качественной продукции, закладывающей стандарты будущего рынка;

2) последовательное обновление продукции, способствующее устареванию выпущенных ранее версий и стимулирующее дальнейшее обновление;

3) политика увеличения продаж, способствующая становлению продукции компании как стандарта качества и сохранению достигнутых позиций;

4) активное использование полученных преимуществ для выведения на рынок новой комплементарной продукции (ключевым фактором успеха компании, по мнению ряда исследователей, стало объединение операционной системы с работающими под ней программными приложениями — до сих пор порядка 70% доходов компании формируется за счет реализации операционных систем);

5) интеграция и упрощение продукции для завоевания новых массовых рынков[1].

И хотя в той или иной степени многие компании следуют данным принципам, Майкл Кусумано и Ричард Сельби считают, что уникальность Microsoft состоит в способности последовательно и целенаправленно реализовывать их на практике. Ярким примером этого служит пакет программ Microsoft Of-

[1] *Cusumano M., Selby R.* Microsoft Secrets. New York: Free Press, 1995.

Katalevsky_1.indd 254 28.03.2011 16:10:32

Katalevsky_1.indd 255

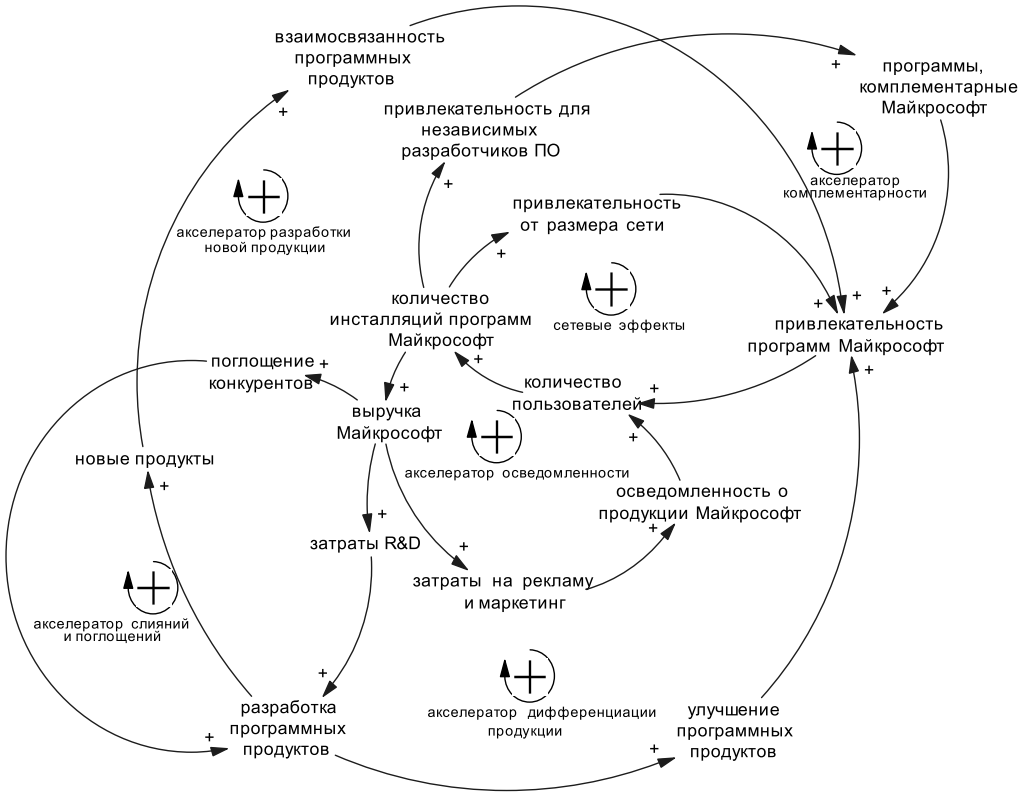


Рис. 3. Основные акселераторы роста компании Microsoft

28.03.2011 16:10:32

fice, созданный из не столь успешных разрозненных программ-приложений, существовавших в то время на рынке, — программ WordPerfect, Lotus 1-2-3, Borland. В 1990 г. Microsoft вывела на рынок первую версию программного пакета Office, наиболее привлекательными приложениями которого стали программы Word и Excel, приложение для создания презентаций PowerPoint и управления базами данных Access. Удачно сгруппировав несколько приложений, созданных вследствие доработки разрозненных продуктов, и продавая их по привлекательной цене, Microsoft развязала ценовые войны со своими конкурентами, практически вытеснив их с рынка и заметно укрепив свои позиции.

Помимо рассмотренных выше базовых акселераторов роста Microsoft, по нашему мнению, целесообразно отметить еще два ключевых акселератора, способствовавших быстрому развитию компании, — это акселераторы установления стандартов и экономии от масштабов деятельности.

Во многом именно благодаря *акселератору установления стандартов* Microsoft удалось воспользоваться преимуществом от экономики возрастающей отдачи и добиться эффекта «блокировки». Как компания, создающая стандарты, Microsoft использует это преимущество для влияния на архитектуру программных продуктов с целью сохранения завоеванных позиций и наращивания продаж. Причинно-следственная диаграмма данных связей представлена на рис. 4. Возможность устанавливать стандарты значительно снижает риск несовместимости программных приложений, что увеличивает продажи и базу инсталлированных приложений и в итоге способствует еще большему усилению способности компании устанавливать стандарты. По мере роста количества установленных программ

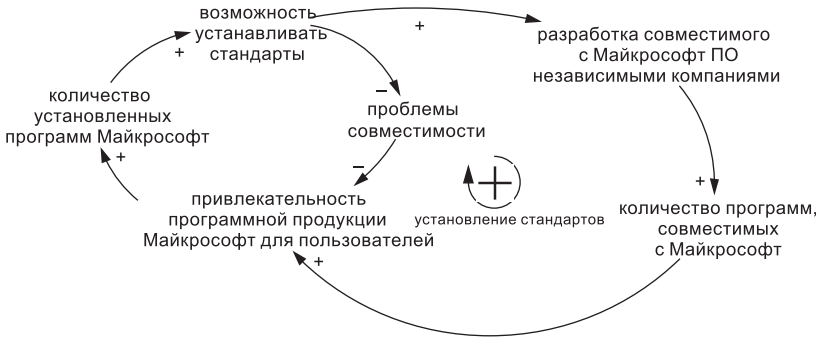


Рис. 4. Акселератор установления стандартов

Katalevsky_1.indd 256 28.03.2011 16:10:32

Microsoft, независимые разработчики становятся все более заинтересованными в разработке программного обеспечения, совместимого с продукцией Microsoft.

Работа в компании организована таким образом, что специалисты, занимающиеся разработкой стандартов для операционных систем, тесно сотрудничают с разработчиками разнообразных программных приложений под управлением операционной системы Windows. Подобное сотрудничество дает ощутимую синергию при разработке новых программных продуктов. Некоторые разработчики программного обеспечения, действующего под приложениями, выпущенными Microsoft, неоднократно отмечали, что ряд стандартов держится разработчиками компании в секрете — в частности, интерфейс прикладного программирования (Application Program Interface, API — набор функций, предоставляемых для использования в прикладных программах), который является основой операционной системы Windows. Стремление Microsoft сохранить данные стандарты в секрете (отказ от раскрытия пользователям кодов доступа к операционной системе) стал причиной продолжительного антимонопольного разбирательства между странами ЕС и компанией.

Другим стандартом компании стал Object Linking and Embedding (OLE), который позволяет различным приложениям работать над одной и той же информацией. Разработчики программных приложений из Microsoft стали первыми применять данный стандарт, вскоре ставший необходимым и сторонним разработчикам программ.

Эффективность действия *акселератора экономии на масштабе деятельности* обусловлена объемным портфелем продуктов в сфере программного обеспечения, разработанным Microsoft. Как отмечалось выше, компания постоянно расширяла продуктовую линейку и обновляла старые приложения. Важным преимуществом работы с Microsoft для независимых разработчиков является возможность компании раскрыть коды программного обеспечения своим партнерам (рис. 5). Разным программам зачастую требуется наличие некоторых общих компонентов, как, например, выпадающие меню, графика, интерфейс и т.п. Использование уже разработанного программного обеспечения помогает значительно экономить время и усилия на разработку новых приложений, а также способствует согласованной и бесконфликтной работе разных программ и платформ. Благодаря такой возможности в отрасли программного обеспечения присутствует ощутимый эффект *экономии на масштабе деятельности*. С экономической точки зрения

Katalevsky_1.indd 257 28.03.2011 16:10:32

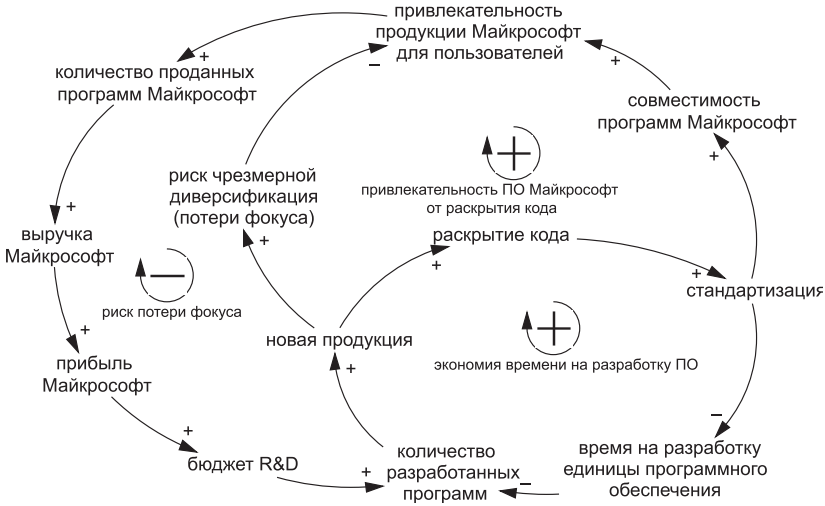


Рис. 5. Привлекательность от раскрытия кодов программного обеспечения Microsoft для разработчиков

это вполне обоснованно. Для этого в Microsoft был разработан особый подход, в рамках которого часть программного обеспечения записывается в виде общего кода, который затем легко адаптируется к различным приложениям.

Недостатком этого подхода является излишняя стандартизация кода, которая снижает инновационность и оригинальность самого продукта. Это может привести к недостаточному фокусированию на потребностях потребителей и созданию продуктов невысокого качества, слабо дифференцированных от конкурентов. Тем не менее с финансовой и технологической точки зрения усилия по интеграции и раскрытию информации по кодам программ вполне оправданны и приносят ощутимую пользу в условиях экономики возрастающей доходности.

Как видно из рис. 5, одна из потенциально проблемных областей для компании заключается в том, чтобы правильно сбалансировать фокус и диверсификацию своих продуктов. Некоторые эксперты отмечают, что для Microsoft существует потенциальная опасность потерять лидерство в ключевых сегментах (операционные системы, офисные приложения) вследствие чрезмерно широкой диверсификации.

Microsoft: пределы «блокировки». С точки зрения Microsoft, появление и стремительное развитие Интернета имеет двоякое значение: будучи перспективным новым рынком, Интернет, с другой стороны, угрожает доминирующему положению компании.

Katalevsky_1.indd 258 28.03.2011 16:10:32

В настоящее время положение Microsoft уже не является безоговорочно прочным, каким оно было в середине 1990-х гг. Сегодня компания сталкивается с вызовами, преодоление которых потребует принятия неочевидных и сложных стратегических решений. Среди главных угроз для компании, способных подорвать стратегическое преимущество давно эксплуатируемых ею акселераторов роста, выделяются следующие:

1) стремительное развитие «открытых программных средств» (open source software)[1];

2) развитие онлайновых сервисов, способных потеснить традиционные офисные приложения;

3) защита интеллектуальной собственности и борьба с пиратством;

4) безопасность программного обеспечения Microsoft.

Развитие открытого программного обеспечения, по-видимому, представляет собой наибольшую потенциальную опасность для компании. Открытое программное обеспечение создается преимущественно программистами на добровольных началах. Такие программы распространяются бесплатно и созданы таким образом, что любой желающий может свободно изменить или дополнить машинный код программы, улучшающий ее работу.

Наиболее известным примером такого рода программы является операционная система Linux, разработка которой была начата программистом Линусом Торвальдсом в 1991 г. Коды новой операционной системы были выложены в открытом доступе в Интернете, что позволило подключиться к разработке многим специалистам одновременно и непрерывно совершенствовать программу. По оценкам специалистов, на конец 2007 г. доля операционной системы Linux, установленной на корпоративных серверах, выросла до 15%.

Разные компании — от небольших венчурных проектов до таких гигантов, как IBM, — извлекают коммерческую выгоду от открытого программного обеспечения посредством взимания платы за оказание сервисных услуг по поддержке программ. Преимуществом использования открытого программного обеспечения традиционно считаются ускоренная разработка, сравнительная легкость улучшения программ, а также экономия денег для конечных пользователей. Среди других наиболее популярных приложений открытого программного обеспечения

[1] *Открытые программные средства* (open source software) — лицензионные программы вместе с их исходными текстами, не связанные ограничениями на дальнейшую модификацию и распространение с сохранением информации о первичном авторстве и внесенных изменениях.

Katalevsky_1.indd 259 28.03.2011 16:10:32

выделяются сервер Apache, интернет-браузер Mozilla Firefox и другие.

Компании, создающие программные продукты на основе открытого программного кода, распространяют их конечным пользователям бесплатно или же по номинальной стоимости, извлекая основную прибыль из предоставления сопутствующих услуг по их обслуживанию или из продажи комплементарных товаров. Помимо этого, сторонники ПО, основанного на открытом коде, активно популяризируют данный вид программного обеспечения в среде государственных органов, которые получают недорогие и надежные системы. Стремление Microsoft держать код операционной системы Windows в секрете создает благоприятную почву для опасений по поводу безопасности и защищенности своих данных в государственных органах многих стран, что потенциально может привести к отказу некоторых стран от использования программных продуктов Microsoft. Конкуренция с продукцией на основе открытого кода может привести к сокращению доли рынка, занимаемого Microsoft, что заставит компанию снизить цену продажи своей продукции и тем самым пожертвовать своими доходами.

Наконец, быстрое развитие Интернета значительно снижает и без того относительно низкие барьеры на вход для IT-компаний. Производители программного обеспечения на открытом коде стремятся копировать программные продукты Microsoft. В ответ на ужесточение конкуренции с их стороны компания вынуждена снижать цены на свою продукцию, что в перспективе найдет отражение в недополученной прибыли и более низких показателях рентабельности компании.

Второй стратегически опасный тренд для Microsoft заключается в *развитии онлайновых программных приложений*. Все больше и больше сервисов становится доступно через Интернет — от почтового ящика до сервисов по размещению фотографий, работе с графикой и аналогов офисных приложений, запущенных компанией Google в 2006 г., — программы Open Office, в рамках которой возможно редактирование текстов и работа с электронными таблицами и текстами в Интернете. Появление и стремительное развитие онлайновых сервисов угрожает как непосредственно офисным приложениям, продвигаемым Microsoft, так и операционной системе Windows, поскольку для них не требуется специально созданная операционная система и они могут работать из-под любого приложения. Среди преимуществ онлайновых программных приложений — бес-

Katalevsky_1.indd 260 28.03.2011 16:10:32

платность для пользователей, возможность быстрой обратной связи и реакции пользователей на продукт, вследствие чего возможно более быстрое его совершенствование.

Развитие подобных сервисов меняет концепцию продаж программного обеспечения. Вместо продажи периодически выпускаемых новых версий программ провайдеры онлайновых сервисов взимают абонентскую плату за пользование услугами (платная подписка) или же предоставляют их бесплатно, размещая платную рекламу. Согласно годовому отчету Microsoft за 2008 г., развитие интернет-технологий, достижения в области компьютерных технологий и коммуникаций позволяют сделать данную модель бизнеса вполне жизнеспособной, обеспечивая высокие темпы роста некоторым конкурентам компании[1]. В ближайших планах Microsoft — попытаться использовать данную стратегию для продвижения собственных программных продуктов.

Борьба с пиратством и защита интеллектуальной собственности представляет собой третью стратегическую трудность для компании. В настоящее время Microsoft присутствует более чем в ста странах мира, во многих из которых национальное законодательство в области защиты интеллектуальной собственности и борьбы с пиратством не проработано должным образом. Компания предпринимает активные меры по изменению национальных законодательств и лоббированию законов по защите интеллектуальной собственности. Пиратство влечет значительные потери доходов для компании. Несмотря на предпринимаемые Microsoft усилия по популяризации оригинальной продукции среди пользователей и значительные юридические издержки защиты интеллектуальной собственности в ряде стран, согласно отчетности компании, по-прежнему высок риск значительных финансовых потерь вследствие пиратства. Вместе с тем нет и гарантии, что предпринимаемые меры будут эффективны.

Четвертой проблемой Microsoft остается *безопасность программных приложений* и потенциальная уязвимость для атак хакеров и прочих видов несанкционированного доступа к частной информации. До настоящего времени компании так и не удалось справиться с проблемой, что вызывает беспокойство пользователей, крупных компаний и правительств всего мира, вынужденных пользоваться продукцией Microsoft.

[1] Microsoft Annual Report 1995. P. 10.

Katalevsky_1.indd 261 28.03.2011 16:10:32

Katalevsky_1.indd 262

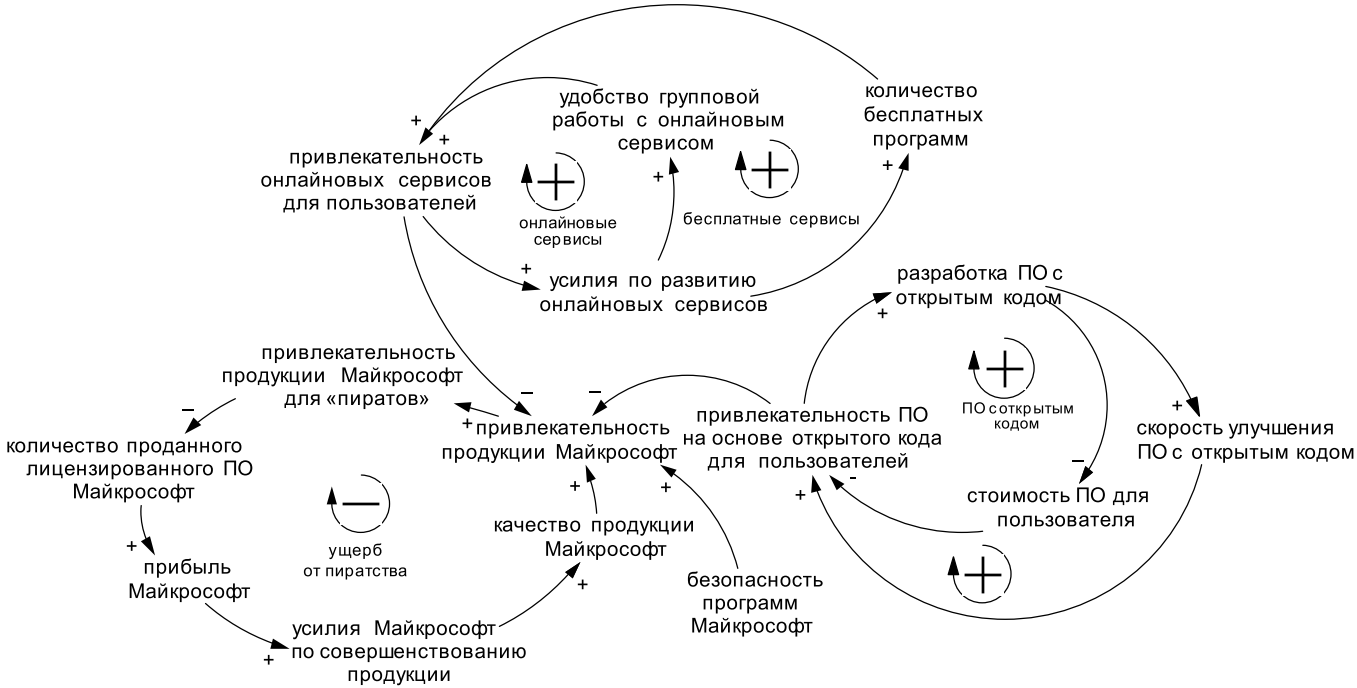


Рис. 6. Стратегические угрозы развитию компании Microsoft

28.03.2011 16:10:33

Потенциальные угрозы развитию компании Microsoft представлены на рис. 6. Как видно из причинно-следственной диаграммы, балансирующая петля обратной связи *Ущерб от пиратства* подчеркивает высокий риск для Microsoft от интеллектуального пиратства: чем выше его уровень, тем ниже количество проданного лицензированного программного обеспечения, что влечет недополучение компанией прибыли и, как следствие, недоинвестирование в совершенствование своей продукции. Балансирующая петля обратной связи в значительной степени сдерживает развитие компании Microsoft, и менеджмент компании это хорошо понимает: как уже отмечалось выше, во многих странах мира Microsoft проводит активную кампанию по борьбе за соблюдение прав интеллектуальной собственности.

Положительные петли обратной связи *Онлайновые сервисы* и *Программное обеспечение с открытым кодом*, представленные на рис. 6, представляют собой стратегические угрозы со стороны быстро развивающихся в настоящее время онлайновых программных приложений, успешно функционирующих в Интернете (например, Open Office от Google), и программ, разрабатываемых на основе открытого кода (в частности, операционной системы Linux).

* * *

Феноменальный успех компании Microsoft на протяжении последних двадцати лет имеет под собой прочный фундамент, в основе которого лежит экономика возрастающей отдачи.

Стоимость производства программного обеспечения практически полностью состоит из первоначальных затрат на разработку программы, вследствие чего снижение затрат на единицу продукции из-за экономии на масштабе становится мощным катализатором дальнейшего роста. Диверсификация Microsoft и активное освоение компанией новых рыночных сегментов способствуют возникновению эффектов положительной обратной связи от экономии на масштабе производства и экономии на масштабе деятельности. Компания постоянно совершенствует свою продукцию, активно инвестируя как в улучшение уже закрепившихся на рынке программ, так и в разработку новой продукции.

Компания Microsoft эффективно пользуется преимуществом, полученным от роста производительности по мере накопления опыта и знаний (эксплуатация положительной обратной

Katalevsky_1.indd 263 28.03.2011 16:10:33

связи от «кривой обучения»), а также постоянного инновационного процесса по повышению потребительской полезности своей продукции, выражающегося в периодическом выпуске обновленных версий своего программного обеспечения. Финансовые возможности компании позволяют ей в ряде случаев заблаговременно предупреждать конкуренцию, поглощая и присоединяя конкурирующие компании с перспективными разработками и ноу-хау. Полученные в ходе подобных поглощений наработки интегрируются в программные приложения и операционные системы Microsoft.

Доля рынка, занимаемая программными продуктами Microsoft, и ее влияние позволяют компании эффективно вести переговоры с поставщиками и крупными компьютерными разработчиками, получая привлекательные для себя условия ведения бизнеса. Лидерство на рынке и стабильные темпы роста позволяют компании нанимать лучших программистов и менеджеров, предлагая им привлекательный компенсационный пакет. В рамках повышения эффективности управления персоналом в Microsoft помимо денежных компенсаций широко применяется политика поощрения сотрудников опционами на акции компании, что позволяет экономить денежные ресурсы, перераспределяя их на наукоемкие разработки и необходимые слияния/поглощения.

В наибольшей степени своим успехом Microsoft обязана положительной обратной связи от сетевых эффектов и эффекта комплементарных товаров. Положительная обратная связь такого рода проистекает из многих факторов, являясь следствием успешного взаимодействия операционных систем и компьютерных аппаратов (hardware), программных приложений и операционных систем, пользователей и разработчиков программного обеспечения. Чем больше персональных компьютеров с установленной операционной системой Microsoft, тем более привлекательными становятся компьютеры, совместимые с требованиями данных операционных систем (на базе процессоров Intel или AMD). Растущее количество продаж персональных компьютеров с мощным процессором стимулирует установку на них ресурсоемких операционных систем Microsoft. Корпоративные и частные пользователи операционных систем Microsoft пользуются программными приложениями этой же компании, поэтому чем больше установленных операционных систем Windows, тем выше спрос на программные приложения,

Katalevsky_1.indd 264 28.03.2011 16:10:33

работающие под данной системой. Программные приложения создаются как самой Microsoft (Microsoft Office), так и сторонними разработчиками, которым также выгодно разрабатывать приложения на базе операционной системы Windows по мере ее распространения. Количество приложений, разработанных под конкретную операционную систему, в свою очередь увеличивает привлекательность операционной системы для пользователей.

Эксплуатация перечисленных выше акселераторов роста обусловила эффективность стратегии роста компании, которая во многом позволила успешно реализовать эффект «замыкания» пользователей на продукцию Microsoft. По оценкам консалтинговой компании в сфере IT-технологий Forrester Research, по итогам первой половины 2008 г. операционная система Windows (включая версии XP, Vista и Windows 2000) была установлена более чем на 900 млн персональных компьютеров по всему миру. Таким образом, совокупная доля Windows составляет примерно 94,9% мирового рынка операционных систем, тогда как доля на рынке операционных систем Linux и Macintosh составляет 0,5 и 4,5% соответственно[1]. Доля Microsoft Office на рынке программных приложений, по мнению специалистов Gartner, в настоящее время превышает 95%, Office установлен более чем на 400 млн персональных компьютеров всего мира[2].

Можно утверждать, что компании Microsoft во многом удалось добиться эффекта «блокировки», когда пользователи «замыкаются» на использовании продукции одной компании. Тем не менее бурное развитие Интернета и нарастающее давление со стороны конкурентов компании не позволяет сделать однозначный вывод о стабильности эффекта блокировки в долгосрочной перспективе. Проведенное нами исследование показывает, что компания хорошо осведомлена о возможных переменах и готовится предпринять ответные меры в стремительно усложняющейся борьбе за лидерство на рынке.

---

[1] *Mendel T.* Enterprise Trends: Vista is rejected, Mozilla and Apple make small gains // Forrester Research, July 23 2008. http://www.forrester.com

[2] More to Life than to the Office // Business Week, 03.06.2006. http://www.businessweek.com/magazine/content/06_27/b3991412.htm

Katalevsky_1.indd 265 28.03.2011 16:10:33

Кейс № 5

Системная динамика в управлении природными ресурсами[1]

В настоящее время как никогда актуальной становится проблематика сохранения окружающей среды. Как отмечает Э. Гидденс, «апокалипсис стал банальностью... нашей повседневной жизни». Если мы сами не озаботимся состоянием экологии, если не станем бороться за сохранение окружающей среды, если не будем беречь природные ресурсы, то «никакие силы Провидения не вмешаются, чтобы спасти нас»[2].

Системная динамика вносит важный вклад в понимание проблем окружающего мира. Системно-динамические модели, и в особенности принципы системного мышления, рассматриваемые в данной работе, помогают найти причины многих затруднений и выявить проблемы и противоречия, которым уделяется так мало внимания в настоящее время.

Применительно к анализу управления природными ресурсами системная динамика уже не раз доказывала свою полезность. Интересное исследование в области прикладного применения системной динамики к проблемам управления природными ресурсами было проведено А.Теленковой[3]. Выяснилось, что многие нефтяные корпорации активно используют системную динамику в своих моделях по расчету инвестиционной привлекательности месторождений. В области управления природными ресурсами за рубежом исследуемый метод взят на вооружение такими компаниями, как, например, Statoil, Shell, ExxonMobil. Системная динамика стала основой для фундаментальных моделей глобального развития, подготовленных в начале 1970-х гг. группой экономистов во главе с Джеем Форрестером и Дэннисом Медоузом, позже широко известных как доклады Римского клуба (книги «Пределы роста» и «За пределами роста»).

В настоящее время существует довольно много разнообразных моделей в области управления природными ресурсами. Помимо глобальных моделей развития человечества World 2

---

[1] В основе статьи — адаптированные материалы по докладу Института устойчивого развития (Сиэтл, США) «Commodity System Challenges: Moving Sustainability into the mainstream of Natural Resource Economies», Sustainability Institute, 2003. Данная глава написана в соавторстве с Сергеем Лебедевым, выпускником факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова.

[2] *Giddens A.* The Consequences of Modernity. Stanford, 1990. P. 173.

[3] *Теленкова А.* Системная динамика как метод управления природными ресурсами. ФГУ МГУ имени М.В. Ломоносова. Дипломная работа под руководством научного руководителя д.б.н., профессора Д.Н. Кавтарадзе. 2007.

Katalevsky_1.indd 266 28.03.2011 16:10:33

и World 3, разработанных Медоузом, можно выделить также диссертацию, защищенную в 1997 г. Томом Фиддамоном (Tom Fiddaman) в Массачусетском Технологическом Институте, по моделированию глобального изменения климата[1]. Другой фундаментальной работой является книга Халида Саида (Khalid Saeed) по устойчивому экономическому развитию, в которой экономические модели государственного управления рассмотрены через призму устойчивого социально-экологического развития[2]. Интересны также работы Алексея Войнова из Университета штата Вермонт, США. В российской практике обширные системно-динамические исследования в области экологического моделирования ведутся в МГУ на базе биологического, экономического факультетов, а также факультета государственного управления профессорами Д.Н. Кавтарадзе, М.М. Крюковым и В.Н. Сидоренко. Особого внимания заслуживает имитационная модель «Эконет АВС» по долгосрочному планированию регионального развития, разработанная Д.Н. Кавтарадзе, Е.Н. Букваревой и В.Н. Сидоренко, созданная при поддержке Всемирного фонда охраны природы (WWF)[3].

В настоящей главе мы рассмотрим поведение отраслей экономики, основанных на взаимодействии с окружающей средой: рыбного хозяйства, лесной промышленности и прочих, — с точки зрения системно-динамического анализа. Помимо этого функция системной динамики как мощного аналитического инструмента наглядно проявляется при анализе проблем сырьевых рынков и рынков товаров первой необходимости — так называемых рынков commodities, поведение которых характеризуется ярко выраженной цикличностью. Сырьевые рынки, например рынки пшеницы, хлопка, нефти, металлов, представляют собой классический пример того, что Джей Форрестер называл «контр-интуитивным поведением систем». В частности, настоящая глава анализирует корни возникновения типичных проблем перепроизводства, характерных для сырьевых рынков; помогает понять, почему, несмотря на разговоры о необходимости защиты окружающей среды, предприятия по всему миру продолжают истощать природные ресурсы, дает ответ на вопрос, почему порой «невидимая рука рынка»

[1] *Fiddaman T.* Feedback Complexity in Integrated Climate-Economy Models. Ph.D. Thesis. MIT Sloan School of Management, 1997.

[2] *Saeed K.* Towards Sustainable Development. 2nd Edition: Essays on System Analysis of National Policy. http://www.wpi.edu/Academics/Depts/SSPS/People/book.html

[3] *Кавтарадзе Д.Н., Букварева Е.Н., Сидоренко В.Н.* Эконет АВС: имитационная управленческая игра по созданию сети особо охраняемых природных территорий региона. М.: ЧеРо, 2005.

Katalevsky_1.indd 267 28.03.2011 16:10:33

может быть безжалостной по отношению к своим участникам. Оказывается, зачастую дело вовсе не в чьем-то преднамеренном злом умысле или эгоизме, а в объективных изъянах экономической системы, которые, тем не менее, можно и нужно успешно корректировать.

Системно-динамический анализ динамики сырьевых рынков. За последние столетия роль глобальных сырьевых рынков возросла в сотни раз. Рынки сырьевых товаров из локальных превратились в глобальные. Сырьевые рынки — так называемые «рынки товаров-коммодитиз» — представляют собой глобальные рынки сельскохозяйственной продукции, цветных (алюминий, медь, никель и др.) и драгоценных (золото, серебро, платина, палладий) металлов, источников энергии (нефть, газ, уран и др.), прочего сырья и материалов (этанол, резина, шерсть, полипропилен и т.п.). В сельскохозяйственную группу сырьевых товарных рынков входят рынки зерна, мяса, сои, кофе, какао, сахара, риса, хлопка, овса, бананов и др. Цена на данные группы товаров определяется на крупнейших фондовых биржах мира, например Чикагской фьючерсной товарной бирже, Нью-Йоркской бирже NYMEX или же Лондонской бирже металлов. От динамики сырьевых рынков в конечном счете зависит цена чашки кофе в кофейне или килограмма муки в магазине. От поведения цен на сырьевых рынках в значительной степени зависит экономика многих развивающихся стран, специализирующихся на экспорте того или иного товара, как, например, Бразилия — на экспорте кофе и сахара, Индия — чая, Эквадор, Колумбия, Коста-Рика — бананов и т.п. Цикличность отраслей и частые кризисы перепроизводства на сырьевых рынках способны больно ударить по экономике развивающихся стран. Понимание механизма функционирования сырьевых рынков неразрывно связано с проблемами оптимального использования природных ресурсов.

Существует два непреложных правила, которыми руководствуются все игроки на сырьевых рынках. Во-первых, стремительное развитие глобализации требует *максимальной стандартизации товара.* Так, например, аргентинское зерно ничем не отличается от зерна из США, Канады или России. Покупатель не имеет представления о том, где и как было произведено это зерно, а поэтому, выбирая товар, он руководствуется лишь ценой. Это выводит нас на второе правило: *выигрывает тот, кто максимально снижает цену товара.*

Стандартизация и низкие цены делают товары сырьевых рынков доступными для всех. Товары производятся по низким ценам, продаются в больших количествах — и экономика разви-

Katalevsky_1.indd 268 28.03.2011 16:10:33

вается. Товара производится все больше и больше, методы производства совершенствуются, цены понижаются — и экономика развивается еще быстрее. На первый взгляд, технологический прогресс и процессы глобализации, способствующие становлению глобального рынка, дают позитивный толчок в развитии.

Однако в реальности все не так однозначно. Наличие двух параллельных трендов — расширения производства и снижения цены — не является совпадением. Между ними существует устойчивая причинно-следственная взаимосвязь. На рис. 1 можно увидеть данный механизм.

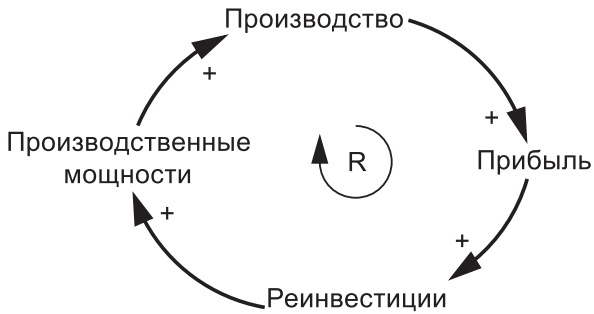


Рис. 1. Взаимосвязь расширения производства и снижения цены

Чем больше мы производим, тем больше наша прибыль. Так как прибыль представляет собой основной источник средств, из которого происходит дальнейшее финансирование развития бизнеса, то логично предположение о прямой взаимосвязи между размером прибыли и инвестициями в производство. Чем больше прибыль — тем больше инвестиции и тем больше масштабы нашего предприятия. Соответственно, масштабы производства напрямую увеличивают количество произведенной продукции. Получается замкнутый круг, основной движущей силой которого является положительная обратная связь.

Развитие производства приводит к тому, что предложение в конечном счете превышает спрос. Как следует из экономической теории, в таком случае цена товара резко падает. Понижение цены означает, что резко сокращается прибыль предпринимателя.

Одним из выходов из сложившейся ситуации становится дальнейшее расширение производства — с тем, чтобы распределить издержки между как можно бóльшим количеством товаров (эффект экономии на масштабе, рассмотренный в Главе 3). Это позволяет предпринимателям повысить прибыль, с одной стороны, а с другой — увеличивает общее количество

Katalevsky_1.indd 269 28.03.2011 16:10:33

Источник: International Coffee Organization, www.ico.org

Рис. 2. Динамика цены на бразильский кофе, в центах США за фунт

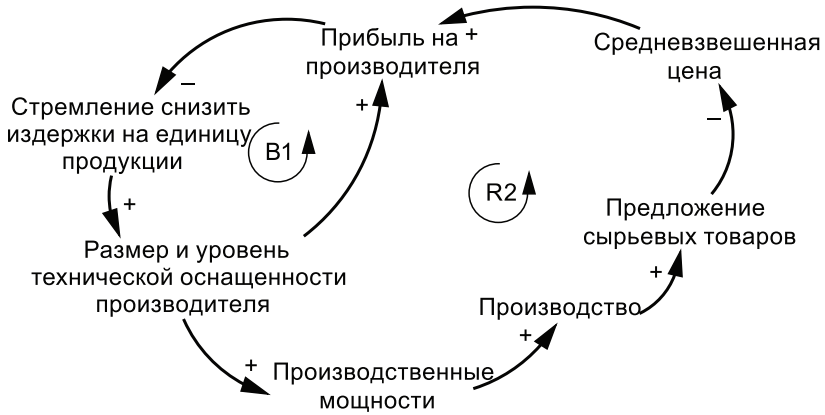


Рис. 3. Эффект от расширения производственных мощностей

произведенной продукции. Цены опять падают — и весь цикл начинается заново. Производители оказываются в ситуации, когда они должны или постоянно расти, или просто-напросто сойти с дистанции, уступив место конкурентам.

Если *Производство* увеличивается, то понижается *Средневзвешенная цена*. Это ведет к понижению прибыли, тем самым стимулируя дальнейшее развитие производства: повышается стремление увеличить количество производимой продукции. Для этого деньги вкладываются в развитие технологий и на-

Katalevsky_1.indd 270 28.03.2011 16:10:33

учные исследования. Как и ожидается, это приводит к увеличению прибыли (B1). Однако не стоит забывать, что развитие технологий также приводит к повышению уровня производительности, — и весь цикл повторяется заново (R2).

Таким образом, вне зависимости от размера прибыли, масштабы производства растут. Высокая прибыль инвестируется в производство, и оно растет. Если прибыль низка, то предприниматель опять вынужден расширять производство с тем, чтобы снизить затраты вследствие внедрения экономии на масштабе.

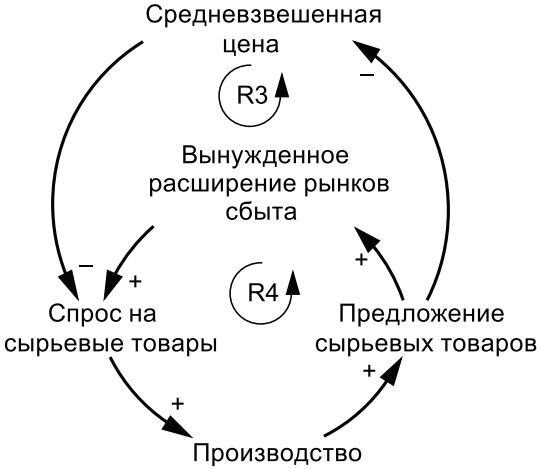


Рис. 4. Эффект от расширения производства

Общее производство увеличивается и приводит к росту предложения. Цена понижается, а спрос растет, провоцируя дальнейшее увеличение общего производства (R3). Растущее предложение также стимулирует освоение новых рынков и, таким образом, увеличивает спрос (R4).

В сельском хозяйстве это связано с внедрением технологий генной инженерии и химической обработки. В рыбном хозяйстве — с развитием кораблестроения, новейшими технологиями поиска и отлова рыбы. В лесной промышленности — с новыми способами сжатия древесины.

По мере того, как уровень производства растет, а цена падает, повышается и спрос на продукцию. Например, за последние несколько десятилетий бананы превратились из элитного товара в продукт всеобщего потребления.

Возрастающий спрос дает производителям основание инвестировать в свое производство, расширять предложение и

Katalevsky_1.indd 271 28.03.2011 16:10:33

снижать цены, тем самым создавая третью движущую силу. Более того, по мере увеличения спроса сами производители осваивают новые рынки и придумывают новые способы использования продукта.

Мировой рынок кофе (1)

В 2002–2003 гг. мировые цены на кофе достигли минимальных уровней за много лет. Цена фьючерсов кофе на товарной бирже в Нью-Йорке в декабре 2002 г. опустилась до 43,85 цента за фунт ($967 за тонну).

В 1997 г. дефицит кофе составил примерно 230 тыс. тонн. Это вызвало взлет цен до уровня $2,50–3 за фунт ($5500–6600 за тонну). Наличие дефицита и резкий рост цен сделали привлекательными инвестиции в кофе. В результате значительно увеличилось количество посевных площадей под кофе и, соответственно, произошел значительный рост производства. В 1997 г. в мире было произведено 5,7 млн тонн кофе, в 2000 г. объем производства составил уже 6,63 млн тонн, а в 2003 — 7,1 млн тонн (рост на 25%).

Появившиеся новые крупные производители кофе стремительно захватили лидирующие позиции на рынке, отодвигая традиционных лидеров. Так, например, Вьетнам к 2002 г. вышел на второе место в мире.

Источник: International Coffee Organization

На рис. 5 все три движущие силы собраны воедино. В чем причина частой дисгармонии спроса и предложения?

Рис. 5. Ловушки сырьевых рынков

Katalevsky_1.indd 272 28.03.2011 16:10:33

Можно было бы предположить, что при снижающихся ценах и постоянно расширяющемся производстве мелкие индивидуальные предприниматели покинут отрасль. Конечно, нельзя отрицать, что со временем количество производителей в подобных отраслях уменьшается. Но существует ряд факторов, который противодействует этому.

Как только возникает проблема перепроизводства, государство (особенно в развитых западных странах) направляет значительные субсидии, чтобы поддерживать производство на высоком уровне. В реальности *субсидии приносят больше вреда, чем пользы*. Именно благодаря им многие товары сырьевого рынка продаются по искусственно низким ценам, создавая колоссальные трудности для производителей, чья продукция не субсидируется (в частности, для производителей третьих стран, которые несут колоссальные потери: фермеру из России значительно сложнее конкурировать с фермером из США или Европы, продукция которых в значительной мере субсидируется государством).

Мировой рынок кофе (2)

Низкие цены на кофе привели к сокращению количества новых посадок, происходит деградация старых плантаций, падает качество производимого продукта. В ряде случаев себестоимость производства кофе превосходила его рыночную цену. В 2001 г. *Ассоциация стран — производителей кофе* (ACPC) попыталась уговорить некоторые страны договориться и коллективно сократить производство. Однако эти усилия ни к чему не привели: такие крупнейшие производители кофе, как Бразилия, Вьетнам, Коста-Рика и Колумбия, не стали договариваться и продолжили расширять посевные площади. Так, с 1998 по 2002 гг. производство кофе в одном только Вьетнаме выросло в три раза. Вьетнам даже смог оттеснить Колумбию на третье место по объему мирового производства кофе (в 2002 г. Бразилия производила 30% мирового объема кофе, Вьетнам — 11%, Колумбия — 8,5%). В погоне за прибылью страны — производители кофе едва не спровоцировали собственное банкротство, — классический пример контр-интуитивного поведения систем.

Источник: International Coffee Organizatio

Во-вторых, многие предприниматели станут изыскивать другие средства, чтобы поддерживать свое производство. В-третьих, такие типы производства обычно не отличаются гибкостью и адаптивностью. Специализированное оборудование не позволяет осуществить резкое переключение на новый тип бизнеса. Поэтому производство продукции останется на высоком уровне даже в случае резкого падения цен. Пере-

Katalevsky_1.indd 273 28.03.2011 16:10:33

численные три фактора — *субсидии, дополнительные средства* и *неспособность к быстрой адаптации* (*ригидность*) — приводят к постоянному росту предложения вне зависимости от спроса.

Три ловушки сырьевых рынков. Увеличение продуктивности экономической системы зачастую приводит к росту непреднамеренного негативного влияния на эко- и социосистему. В то же время постоянные потребности к минимизации издержек препятствуют серьезному анализу проблем загрязнения окружающей среды в связи с интенсификацией производства. Очевидно, что для общества в целом выгодно получать товары по более доступным ценам. Но как при этом быть с проблемами окружающей среды? Общество, конечно, заинтересовано в сохранении экосистемы. Глобальное желание человечества состоит в грамотном использовании природных ресурсов и сохранении их для будущих поколений.

Ниже показано, что структура сырьевых отраслей чревата попаданием в три ловушки. Хотя в каждой отрасли своя специфика, все они могут быть пойманы в каждую из этих ловушек. Избежав одной, можно попасть в другую. Эти три ловушки представляют собой три тенденции: истощение ресурсов, загрязнение окружающей среды и снижение социально-экономического уровня жизни.

Ловушками эти явления называются по той причине, что, однажды попав туда, экономическая система должна затратить колоссальные ресурсы для того, чтобы выбраться.

Ловушка 1: истощение ресурса. Начиная с конца XIX века потребление природных ресурсов растет постоянно ускоряющимися темпами. В конечном счете, это приводит к истощению и деградации экосистемы. Бывает, что природная среда доходит до такого состояния, после которого регенерация невозможна. Иногда восстановление возможно, но маловероятно. Проблема заключается в отсутствии жесткой корреляции между уровнем производства и состоянием природной среды.

Наиболее ярко это проявляется в рыбном хозяйстве и в деревообрабатывающей промышленности. Когда рыбное хозяйство начинает развиваться, производители активно инвестируют в свое производство и тем самым расширяют его. Растет количество судов рыболовного флота, улучшается их техническая оснащенность. Цены понижаются, а рынок сбыта рыбы расширяется. Происходит быстрый рост добычи, а в промысел рыбы продолжают поступать инвестиции.

Затем наступает момент, когда интенсивность добычи рыбы превышает скорость воспроизводства популяции. Однако это становится заметно далеко не сразу. Через некоторое время

Katalevsky_1.indd 274 28.03.2011 16:10:33

начинаются трудности с выловом рыбы — он резко падает[1]. И хотя в ряде случаев государство налагает определенные ограничения на вылов рыбы (квоты), чтобы позволить природной среде регенерироваться в достаточной степени, в большинстве случаев такого рода законодательные инициативы имеют ограниченный характер действия.

Производство продолжает расширяться до тех пор, пока растет спрос и пока средства, затраченные на отлов рыбы, не превышают ее цену. В противном случае производители либо покидают отрасль, либо замораживают производство, чтобы позволить популяции восстановиться. Проблема заключается в том, что «невидимая рука рынка» и рыночные сигналы в этих случаях проявляются очень слабо. Ресурс может быть давно исчерпан (темпы регенерации рыбы недостаточны, чтобы обеспечивать постоянно растущий вылов), а вследствие эффектов запаздывания производители только-только начинают ощущать нехватку. Механизм действия ловушки проиллюстрирован на рис. 6. Однако даже ощутив ее, они зачастую продолжают наращивать темпы добычи, дабы окупить инвестиции и не потерять прибыль.

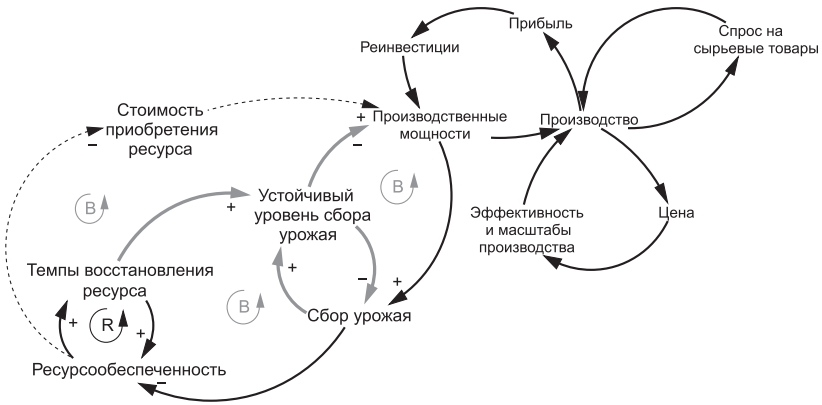


Рис. 6. Механизм ловушки истощения

Рассмотренные выше катализаторы расширения *Производства* приводят к увеличению темпов *Сбора урожая* (*ресурса*). Если темпы *Сбора ресурса* превышают *Темпы восстановления ресурса*, то уровень ресурса (*Ресурсообеспеченность*) снизится —

[1] Данный эффект замечательно проиллюстрирован на примере имитационной игры «Рыболовство» (Fishbanks simulator), изначально разработанной Д. Медоузом и адаптированной в русской версии профессором, д.б.н. Д.Н. Кавтарадзе.

Katalevsky_1.indd 275 28.03.2011 16:10:33

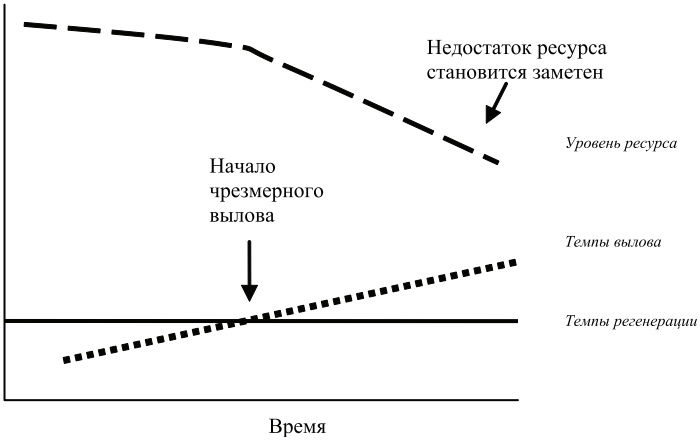


Рис. 7. Истощение ресурса вследствие нерационального вылова

произойдет истощение ресурса. И хотя рынок теоретически в состоянии отрегулировать данную проблему посредством увеличения *Стоимости приобретения ресурса* по мере его истощения, сигналы рынка трудно распознать на начальной стадии истощения, тем более что они проявляются с эффектом запаздывания.

Важно осознавать, что проблема возникает уже в тот момент, *когда скорость добычи ресурса превышает скорость регенерации*, а *не когда начинает ощущаться недостаток ресурса* (рыбы). Поэтому, когда нехватка ресурса только начинает ощущаться, нужно немедленно резко сократить сбор урожая (в нашем случае — вылов рыбы). Несмотря на то, что это может привести к серьезным экономическим и социальным последствиям для местного сообщества, для которого, быть может, подобный промысел представляется важным источником дохода, если не принять меры вовремя, впоследствии можно столкнуться с полным и необратимым исчерпанием ресурса.

Ловушка истощения. Потребление природных ресурсов экономической системой часто превышает все допустимые пределы. Обратная связь, сигнализирующая об истощении ресурса (в форме увеличения стоимости добычи), запаздывает и слишком слаба, чтобы спасти положение. В некоторых случаях обратная связь даже стимулирует увеличение добычи. По большому счету, все, начиная от правительства и бизнеса и заканчивая НКО и другими общественными организациями, заинтересованы в том, чтобы природные ресурсы не истощались. Однако в силу того, что обратная связь неэффективна, общество должно принимать меры заблаговременно.

Katalevsky_1.indd 276 28.03.2011 16:10:34

Так называемая «невидимая рука рынка» может лишь ухудшить ситуацию, ускорив истощение ресурсной базы. Например, *как только товар приобретает свойство редкости, он становится более востребованным на рынке*. Действует неизменный закон спроса и предложения, в результате которого у производителей редкого товара появляется еще больше стимулов поставлять его на рынок по мере роста цен. Известен пример, когда в Токио в 1998 г. к тому времени уже редкий сорт голубого тунца был продан за 83,500 долларов (за одну рыбину весом 715 фунтов)[1].

Ловушка 2: загрязнение окружающей среды. Отходы производства являются серьезной проблемой. Большинство из них являются биологически разлагаемыми (биодеградируемыми) — окружающая среда может абсорбировать их без ущерба для себя, но при том условии, что они производятся в ограниченных масштабах. Если выброс отходов превышает лимит и природная среда больше не может их усваивать, то это приводит к неблагоприятным последствиям как для людей, так и для самой экосистемы.

Как и в предыдущем случае, основой всего является слабость механизмов обратной связи. Очень сложно понять, не превышает ли загрязнение необходимой нормы. К тому моменту, когда обнаруживаются первые симптомы загрязнения природной среды, может начаться *необратимая деградация*. Возможности природы по разложению отходов исчерпываются в тот момент, когда уровень загрязнения превышает максимально допустимый лимит. К сожалению, осознается это слишком поздно — когда непоправимый вред уже нанесен.

Рост *Производственных мощностей* приводит к росту *Темпов производства отходов*. Со временем *Уровень отходов* превышает способность окружающей среды к самоочищению (*Темпы очистки*) и начинает быстро накапливаться. К сожалению, причинно-следственная связь между *Уровнем отходов* и его влиянием на мощности производства слаба и не всегда явно прослеживается. Осознание неспособности наращивать производство в деградированной среде приходит слишком поздно.

На рис. 8 показано, что для избежания этих проблем производители должны скорректировать свою политику при первых же сигналах загрязнения окружающей среды.

---

[1] *Meadows D.H.* Song for the Bluefin Tuna // The Global Citizen. 1999. April 22.

Katalevsky_1.indd 277 28.03.2011 16:10:34

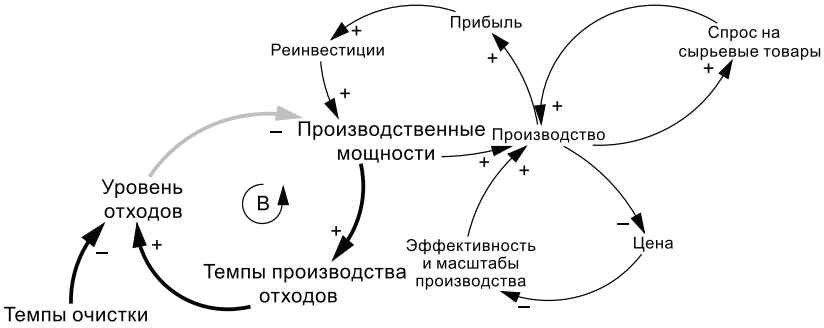


Рис. 8. Механизм ловушки загрязнения окружающей среды

Ловушка загрязнения. Экономические системы часто достигают такой точки своего развития, в которой они начинают перегружать экосистему отходами собственного производства.

Производители редко вовремя улавливают последствия загрязнения и цену, которую всем придется заплатить за уничтожение экосистемы. Поэтому они последовательно расширяют производство, игнорируя уровень загрязнения. Чтобы избежать подобных негативных эффектов, необходимо создать механизм, который будет *своевременно* привлекать инвестиции в охрану окружающей среды и провоцировать их отток из отраслей.

Ловушка 3. Социальные последствия. Выше было доказано, что цены на сырьевых сельскохозяйственных рынках имеют склонность к постепенному снижению с ростом объемов производства. Следствием понижения цен становится низкая прибыль. Не выдерживая конкуренции, многие индивидуальные предприниматели бывают вынуждены покинуть рынок.

Социальная ловушка. Рост производства и падение цен приводят к снижению дохода предпринимателей и деградации уровня жизни. Чтобы избежать попадания в подобную ловушку, общество должно выработать меры, которые будут противодействовать трендам постоянного расширения производства и, как следствие, длительного снижения цен.

Рисунок 9 описывает данный механизм. С повышением спроса цена на товар падает. Доходы фермеров, рыбаков и прочих индивидуальных предпринимателей резко сокращаются. Чтобы выжить, они должны использовать новую технологию добычи. Таким образом, наиболее слабые производители вынуждены покинуть рынок. Слабые предприниматели «выдавливаются» из отрасли, не будучи способными конкуриро-

Katalevsky_1.indd 278 28.03.2011 16:10:34

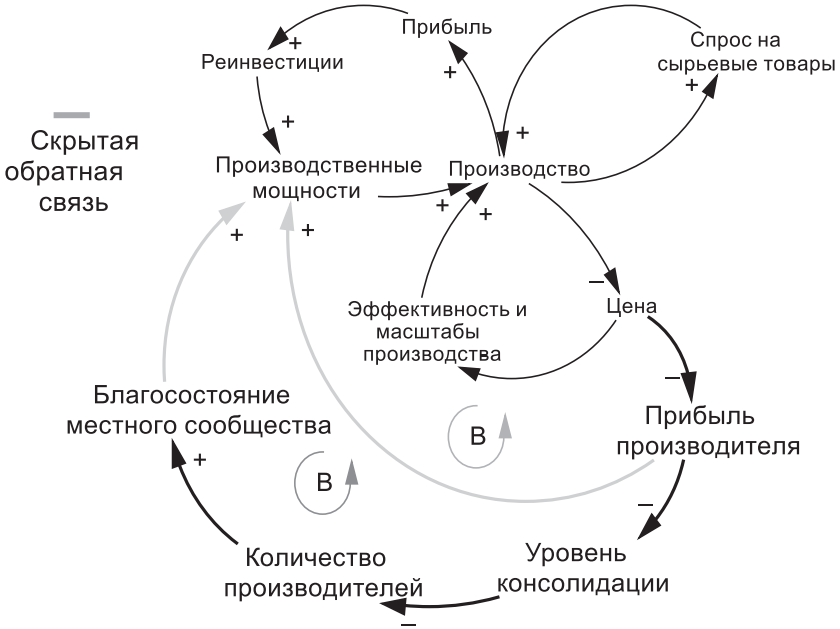


Рис. 9. Механизм социальной ловушки

вать с более крупными хозяйствами. Стратегия экономии на масштабе оправданна — побеждает тот, кто скупает орудия производства покинувших бизнес. Их имущество переходит в собственность других производителей, поэтому общие объемы производства не уменьшаются, а *остаются на прежнем уровне*.

Однако данные процессы чрезвычайно негативно влияют на экономику местного сообщества. Во многих экономических системах, особенно в таких странах третьего мира, как, например, Индия, Бангладеш, Эфиопия, подобные процессы оказывают самое разрушительное воздействие на социальную структуру. Семьи лишаются возможности накормить и обучить своих детей. Растет безработица, что усугубляет процессы расслоения и обнищания сообщества.

Мировой рынок кофе (3)

Кофе является ключевым экспортным товаром для целого ряда стран, которые по классификации ООН можно отнести к наименее развитым (Least Developed Countries, LDCs). В конце 1980-х гг. доходы стран, экспортирующих кофе, составляли примерно 10–12 млрд долларов США в год. В начале 2000 гг. в результате кризиса перепроизводства кофе ежегодные доходы от экспорта упали до 5 млрд

Katalevsky_1.indd 279 28.03.2011 16:10:34

долларов США в год. Сильнее всего кризис ударил по наименее развитым странам, таким как Камерун, Колумбия, Коста-Рика, Вьетнам, Центрально-Африканская Республика и др.

Например, в Никарагуа в производстве кофе было занято около 270 тысяч человек из населения чуть более 5 млн человек. В результате падения цен на кофе в 2000–2003 гг. более 120 тысяч человек лишились работы. В Камеруне из 15-миллионного населения около 2 млн человек занято в производстве кофе. Кризис на рынке кофе привел к падению производства почти в *4* раза — со 155 тысяч тонн в 1980-х гг. до чуть меньше 38 тысяч тонн. Многие фермеры потеряли работу, что привело к неконтролируемой миграции в города, увеличило количество населения, живущего за чертой бедности, и способствовало росту криминальной активности. В сельских областях возросла смертность и сократилась средняя продолжительность жизни.

В середине 1990-х гг. одна вьетнамская семья, занятая в производстве кофе, могла обменять 1 кг кофе в среднем на 5 кг риса. С падением цены на кофе это соотношение составило один к одному. В результате, согласно проведенному в 2002 г. опросу, 45% семей, занятых в производстве кофе, недоедали и почти две трети опрошенных попали в финансовую ловушку из-за выросшего долга. Многие дети из семей среднего достатка были вынуждены прекратить посещать школу ввиду неспособности оплачивать обучение. Всего в мире более *125 млн человек* из развивающихся стран заняты в производстве кофе.

Источник: International Coffee Organization

Происходит развал системы сельского хозяйства, начинается голод и другие проблемы. Тем не менее, такой эффект все равно присутствует в экономической системе — в силу отсутствия механизма сдерживания роста производства и снижения цен.

С ростом *Производства* падает *Цена*. С падением цены уменьшается *Прибыль производителя*, что усиливает конкуренцию и увеличивает *Уровень консолидации* в секторе. *Количество производителей* снижается, поскольку конкурировать могут лишь крупные игроки, извлекающие выгоду из экономии на масштабе. Укрупнение производства негативно влияет на *Благосостояние местного сообщества*, так как большая часть населения теряет работу и становится неспособна обеспечить свои потребности. Обратная связь выражена слабо: разоряющиеся производители не осознают, что причиной всему является непрерывный прессинг расширения производства.

Как и в первых двух случаях, решением проблемы может стать информация о негативном социальном эффекте расширяющегося производства. Важно понимать, что индивидуальные решения предпринимателей о расширении производства

Katalevsky_1.indd 280 28.03.2011 16:10:34

приводят в конечном счете к описанному выше негативному эффекту. Поэтому *коллективные соглашения* о частичном свертывании производства могут возыметь колоссальный эффект. При наличии коллективной договоренности фермеры и другие мелкие предприниматели получают возможность регулировать предложение сырьевых товаров.

Переменная *Экологически устойчивый уровень вылова рыбы* помогает ощутить разницу между реальным выловом и экологически устойчивым. Чем выше несоответствие, тем больше надо ограничить вылов путем снижения количества рыболовов (*Максимально приемлемое количество лодок*) и тем жестче должен быть *Контроль за выловом рыбы*. Картинка «снежный ком» на рис. 10 обозначает положительную обратную связь, а «весы» — балансирующую. То есть практика коллективных договоров помогает сбалансировать опасно высокий вылов рыбы, ведущий к истощению ресурса.

Одним из наиболее ярких примеров применения коллективных договоров является история с австралийским лангустом. Вскоре после того, как поступили сигналы об истощении природного ресурса, были заключены соглашения об ограничении добычи.

В начале 1960-х гг. рыбаки, предприниматели и государственные чиновники обратили внимание на то, что средний вес улова постепенно сокращался с 1950-х гг. Кроме того, сами лангусты были менее крупными. Отслеживание данных индикаторов показывало, что популяция лангустов быстро сокращается и добыча вышла за рамки разумного.

В 1965 г. был создан Совет по регулированию добычи лангустов. В него вошли представители рыбацких хозяйств, ведущие чиновники и политики. В настоящий момент защита представителей семейства членистоногих осуществляется по следующим направлениям:

- *Контроль числа рыбацких хозяйств*. Рыболовства обязаны иметь лицензию на добычу лобстеров. Количество лицензий ограничено с 1963 г. Лицензии можно передавать, но новых выпущено не будет.
- *Контроль добычи*. Чтобы защитить популяцию лангустов и позволить молодняку выжить, введены сезонные ограничения на добычу. Специально спроектированные сети были сделаны с расчетом на то, чтобы более мелкие лобстеры могли из них выбраться.
- *Контроль производственных мощностей*. Количество используемых сетей жестко регулируется. На одну лицензию их приходится не более 150.

Katalevsky_1.indd 281 28.03.2011 16:10:34

- *Контроль новых технологий*. Поскольку новые технологии могут привести к резкому увеличению добычи, их использование жестко контролируется.

Подобные меры оказывают двойной эффект. С одной стороны, они ограничивают добычу лобстеров в настоящем времени, с другой — сдерживают рост производства в будущем. Принятые меры вскоре помогли стабилизировать популяцию лобстеров, которая даже стала расти, позволяя понемногу увеличивать вылов. Порядка 600 лицензий на вылов выдано рыбным хозяйствам, что позволило им иметь приличный доход во время сезона ловли.

На юге Австралии используется несколько иная система — квоты на количество лобстеров, которые производитель может поставлять на рынок, и квоты на количество самих производителей. Однако несмотря на меры, предпринятые в начале 1990-х гг., наблюдение за выловом показало, что репродуктивная способность лобстеров упала на 20%. Политика коллективных договоров проявила свою эффективность: вылов был сокращен на 18%, что позволило ежегодно сохранять в океане до 1000 тонн лобстеров. Благодаря принятым мерам через 6 лет

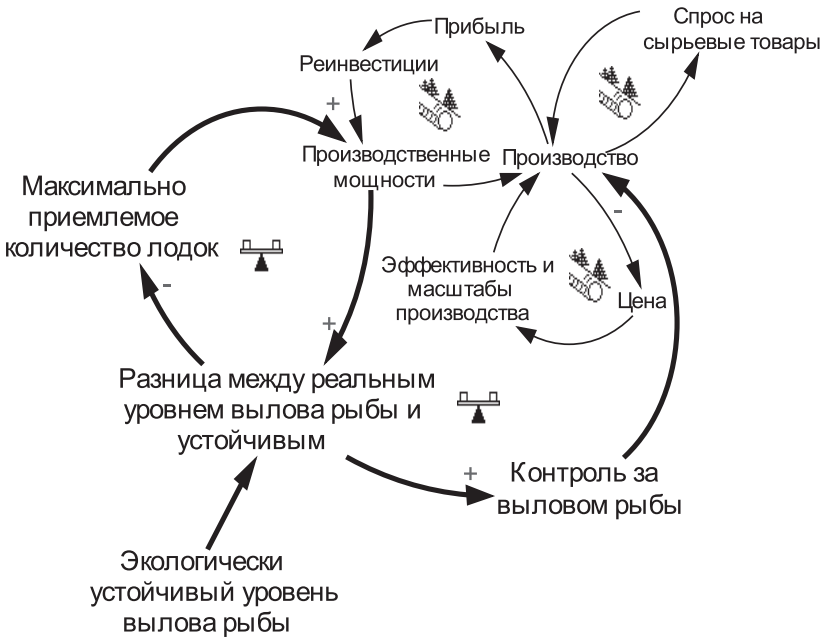


Рис. 10. Нейтрализация ловушки истощения при помощи коллективных договоров

Katalevsky_1.indd 282 28.03.2011 16:10:34

репродуктивная способность членистоногих восстановилась до прежних уровней. Таким образом, своевременное распознавание сигналов системы (в данном случае — падение популяции и уменьшение лобстеров в размерах) вкупе с предпринятыми эффективными действиями программы охраны ресурса (коллективные договоры по ограничению вылова и введению более жесткой системы контроля за разными аспектами вылова) позволили не только сохранить ресурс, но и значительно его приумножить.

Управленческое вмешательство с позиции системного подхода позволило добиться баланса между целями (устойчивый рост дохода рыболовов) и сильным давлением со стороны положительной обратной связи, нацеленной на постоянный рост производства для удешевления себестоимости продукции.

Эффект социальной ловушки нивелируется *регулированием с помощью квот* (например, в США таким образом регулируется табачная отрасль[1]). Квоты на производство сдерживают реинвестирование и расширение производства. Инвестиции в производственные мощности не имеют никакого смысла, если каждый фермер может поставлять на рынок ограниченное количество табачной продукции.

Ценовые ограничения позволяют сдерживать тенденцию к перманентному снижению цены. Более того, вместе с квотами они сдерживают рост производства (рис. 11).

Рост *Производства* приводит к ухудшению *Благосостояния местных сообществ*, занятых в производстве о ресурса (например, кофе). В этом случае могут быть полезны такие методы, как установление *Минимальной гарантированной цены* закупки ресурса (в частности, государством) и коллективные соглашения о непревышении *Максимально разрешенного объема производства* (эти балансирующие петли обратной связи ослабляют положительную обратную связь от расширения производства).

Другим эффективным рычагом может быть постепенное *внедрение стандартов «экологически чистого» производства*. Лидирующая роль здесь принадлежит Евросоюзу, который вот уже более десяти лет активно поощряет инвестиции в экологическое производство. Например, в Германии существует множество продуктовых магазинов, специализирующихся на продаже продукции, выращенной органически, без применения вредных химикатов и пестицидов. Полученная продукция продается с существенной ценовой премией по отношению к

[1] *Daryll R.* Tobacco: The darling of supply control and price support programs (until now). Agricultural Policy Analysis Center, University of Tennessee, April 2002.

Katalevsky_1.indd 283 28.03.2011 16:10:34

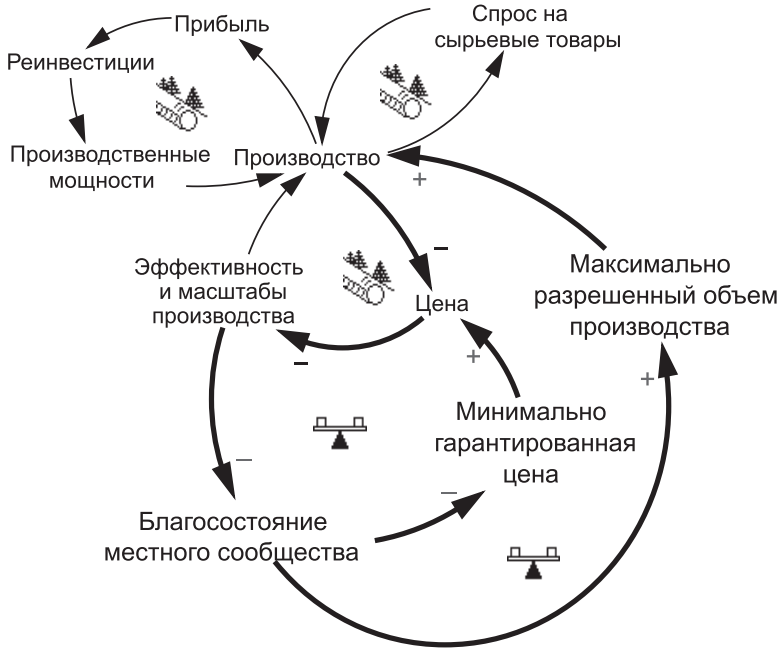


Рис. 11. Нейтрализация социальной ловушки при помощи коллективных договоров

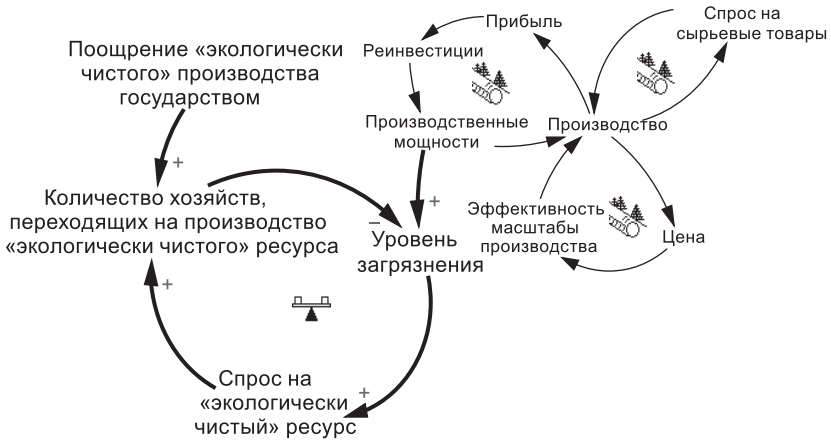


Рис. 12. Нейтрализация ловушки загрязнения при помощи поощрения программ «экологически чистого» производства

обычным продуктам, и тем не менее пользуется устойчивым спросом среди покупателей.

Развитие данных программ нацелено в первую очередь на достижение долгосрочных целей экологического равновесия.

Katalevsky_1.indd 284 28.03.2011 16:10:34

Чем больше производителей в перспективе будет переходить на «экологически чистое» производство, тем ниже будет естественный уровень производственного загрязнения (рис. 12). Государство со своей стороны может ускорить этот процесс проведением соответствующей поощрительной политики (скажем, введением обязательных экологических стандартов) или же налоговыми льготами для производителей «экологически чистой» продукции.

Растущее *Производство* увеличивает *Уровень загрязнения* окружающей среды. Один из способов противостояния этому — поощрение производства экологически чистой продукции. Отчасти это диктуется растущим *Спросом на экологически чистые ресурсы*.

Практика коллективных договоров: *основные положения*

1. Сокращение ресурсной базы или постоянно низкие доходы не могут считаться неизбежными. Используя коллективные договоры, производители могут сдерживать эту тенденцию.

2. Необходимо добиваться баланса между уровнем добычи и уровнем регенерации ресурса.

3. Необходимо проводить регулярные мониторинги. Даже после введения ограничений на добычу сырья нужно периодически ее корректировать. Природные ресурсы могут управляться *только системой со встроенной обратной связью.*

4. Коллективные договоры могут зависеть не только от доверия или доброй воли. Вполне возможно использование государственных инструментов регулирования.

5. Воздействие на стимулы роста производства приводит не к одному, а к нескольким выигрышам. Пытаясь разрешить социальные проблемы, мы параллельно решаем экологические. А решая экологические, попутно снимаем социальные противоречия.

6. Квоты, нацеленные на сдерживание роста возможностей добычи ресурсов, уязвимы перед внедрением новых инновационных методов добычи ресурса.

7. Коллективные соглашения будут эффективны только в том случае, если распространяются на *всех* производителей в отрасли. В противном случае покупатели обратятся к альтернативным производителям сырья, и давление конкуренции заставит производителей отказаться от коллективного договора.

8. С нарастанием процессов глобализации рынков коллективные договоры также должны распространяться на все большее и большее число производителей.

Источник: Commodity System Challenges: Moving Sustainability into the mainstream of Natural Resource Economies, Sustainability Institute, 2003.

Katalevsky_1.indd 285 28.03.2011 16:10:34

Коллективные договоры могут быть очень эффективны, но обладают одним неоспоримым недостатком — их очень сложно заключить. Коллективный договор предполагает совпадение воли всех производителей. Во многих секторах экономики может просто не существовать достаточного уровня кооперации между производителями. Принимая это во внимание, необходимо изыскать другие инструменты.

Таким инструментом становится институт *сертификации*, позволяющий включить в экономическую систему социальные или экологические цели. Если коллективные договоры предполагают наличие совокупной воли производителей, то сертификаты, напротив, базируются на готовности покупателей платить за качественно произведенный товар.

Если с экологическим сертифицированием все более-менее очевидно, то с социальным возникает ряд проблем. Сложно определить, что может считаться основанием для этой сертификации. Обычно выделяют следующее:

- покрытие ценой стоимости производства,
- премии за различные разработки,
- частичные дотации,
- долгосрочные контракты,
- гуманные условия труда в странах «третьего мира»,
- соблюдение экологических стандартов.

При этом необходимо понимать, что сертификация «честной торговли» имеет свои ограничения. Сертификаты могут стать поводом к реинвестированию прибыли. Более того, сертификаты «честной торговли» не могут распространяться на всю отрасль.

Сертификация: *основные положения*

1. Сертифицирование является важным шагом на пути интеграции общественных интересов.

2. Сертифицирование может наложить вето на определенные практики в экономической сфере, но не обязательно приводит к разрушению Ловушки истощения. Например, сертификаты могут ограничить деятельность, загрязняющую окружающую среду, но оставить без внимания вопросы перепроизводства.

3. Программы сертификации должны быть нацелены на интегративное разрешение всех проблем. Они не должны наносить точечные удары.

4. Высокие прибыли, являющиеся следствием сертификации, могут быть вложены в развитие производства. Чтобы не допустить подобного эффекта, необходимо отслеживать, тратятся ли средства на качественное, а не только количественное развитие производства.

Katalevsky_1.indd 286 28.03.2011 16:10:34

5. Сертификация — не панацея. Не стоит думать, что сертификаты могут разрешить всю гамму социальных проблем. Например, для контроля над перепроизводством гораздо выгоднее использовать институт коллективных договоров.

6. Поведение потребителей может быть как стимулом, так и барьером на пути реализации сертификационных программ.

Источник: Commodity System Challenges: Moving Sustainability into the mainstream of Natural Resource Economies, Sustainability Institute, 2003.

Третий путь — путь нейтрализации негативных эффектов за счет вмешательства государства. Государство, дабы сохранить окружающую среду, может использовать инструмент налогообложения (рис. 13).

Так, например, власти американского штата Айова, обеспокоенные высоким уровнем загрязнения реки Миссисипи, ввели экологический налог. Если производство загрязняло окружающую среду, то предприниматель был обязан платить дополнительный налог. Можно пойти дальше и начать даже вознаграждать те предприятия, которые не нарушают экологическую обстановку. Так, например, поступили в Швейцарии. В 1993 г. данная идея была реализована, а в 1998 уже 88% производителей соблюдали все экологические требования.

Еще один эффективный способ снизить количество загрязнения — специальная государственная политика налогообложения загрязнителей. Полученные средства перенаправляются

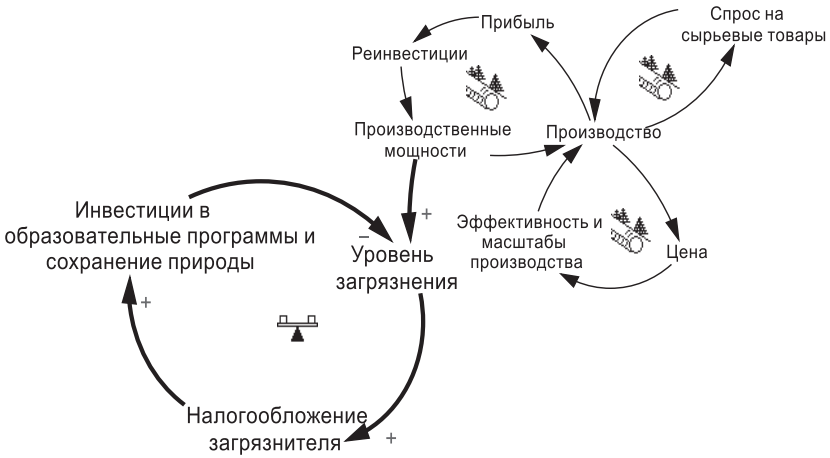


Рис. 13. Нейтрализация ловушки загрязнения посредством государственной налоговой политики

Katalevsky_1.indd 287 28.03.2011 16:10:34

Налоговая политика: *основные положения*

1. Государственная власть может серьезно влиять на экономическую жизнь и, используя налогообложение, заставлять экономических агентов фокусироваться не только на получении прибыли и расширении производства, но и на защите окружающей среды.

2. Налогообложение поддерживает программы сохранения окружающей среды. При этом, однако, надо помнить, что наличие стимулов к расширению производства может снизить эффективность этих инструментов.

3. Даже если государство использует налоговые инструменты, этого может быть недостаточно, чтобы основательно сократить стимулы к расширению производства.

Источник: Commodity System Challenges: Moving Sustainability into the mainstream of Natural Resource Economies, Sustainability Institute, 2003.

в образовательные программы и на проекты по охране природы.

Итоги: необходимость системного управленческого вмешательства. В настоящем кейсе рассматривались с точки зрения системного анализа возможности общества повлиять на положение дел в отраслях экономики, взаимодействующих с природными ресурсами. Эти инструменты серьезно различаются как по эффективности, так и по издержкам их внедрения.

Например, коллективные договоры могут по праву считаться наиболее эффективным средством воздействия, но заключить их очень и очень сложно. На рис. 14 инструменты ран-

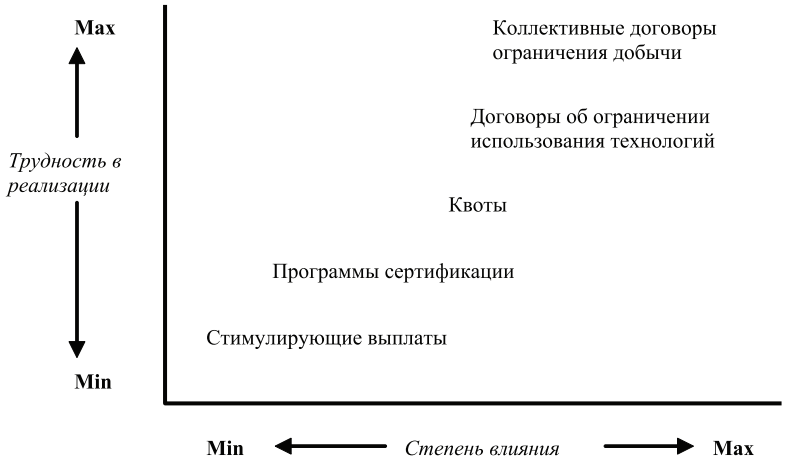


Рис. 14. Стратегии системного управленческого вмешательства

Katalevsky_1.indd 288 28.03.2011 16:10:35

жированы по двум критериям — эффективности и сложности осуществления. В правом верхнем углу находятся те средства, которые возымеют наибольший эффект, но и потребуют бóльших усилий. В левом нижнем — соответственно, наиболее дешевые с точки зрения внедрения и наименее эффективные.

Это вовсе не означает, что одни методы хорошие, а другие — плохие. Нужно использовать и те и другие. Менее эффективные средства можно использовать для того, чтобы выиграть время для применения более эффективных. Как отмечают эксперты Института устойчивого развития в Сиэтле, *проблема не в том, какие средства мы должны использовать, а в том, что мы можем сделать уже сейчас.*

На примере рассмотренного выше материала можно видеть, насколько эффективными могут быть системная динамика и системный анализ в управленческой практике. Проблема управления природными ресурсами по большей части укладывается в один из системных архетипов, хорошо известный в экономике и также описанный Питером Сенге в его книге «Пятая дисциплина: искусство построения самообучающейся организации», — архетип *трагедии общности.* Методы, описанные в кейсе, позволят сделать это эффективно и, что еще важнее, помогают добиться положительных изменений для всех игроков рынка без исключения.

Katalevsky_1.indd 289 28.03.2011 16:10:35

Dmitry Yu. Katalevsky

FUNDAMENTALS OF MANAGEMENT SIMULATION MODELING AND SYSTEM ANALYSIS

TEXTBOOK

Chapter 1

System thinking in the field of management

Chapter 1 attempts to describe key principles of system thinking and substantiate its applicability in dynamic decision making. The dynamic decision making environment is characterized by interrelationship of decisions represented by a limited set, quickly changing environment and real-time decision making. Rationality of decision makers (decision makers, hereinafter referred to as **DM**) is considerably restrained. This point may be exemplified by classical studies related to decision making within dynamic systems: D. Dörner's city management model and "The Logic of Failure", B. Bremer's fire team management model, econometric model of national economy proposed by D. Broadbent and B. Aston, etc. Major reasons why decision making within a dynamic environment is usually not efficient have been identified including misperception of feedback and delay effects, simplification of reality and use of data on a sample basis, indeterminacy and complicity of the environment, decision making in a time constrained environment, etc. One conclusion of this investigation is that the conventional problem analysis is not applicable to dynamic decision making environment. Furthermore whereas the approach of decision makers is based on linear perception, more profound studies and analyses are required reaffirming the paramount importance of the *feedback* role and delay effects.

Chapter 1 proceeds with a description of assumptions necessary for development of the integrated feedback and systems thinking concept, assumptions, that have their origin in engineering disciplines and have exerted influence over all kinds of research areas including cognitive psychology, economics and management science. A hypothesis has been developed that feedback loops are determinative for system behavior and learning. This hypothesis finds extensive application in modern management practice. Therefore the author comes to the conclusion that within the feedback loops decision

Katalevsky_1.indd 290 28.03.2011 16:10:35

paradigm social realm is perceived as a *complex of sophisticated social systems with non-linear* behavior and usually with non-obvious/ counter-intuitive dynamics.

In the following section a concept of *counter-intuitive behavior of social systems* is introduced and analyzed with a view to inquiring into the grounds and origin of this phenomenon. Counter-intuitive behavior is understood to mean a managerial action taken to improve the situation which instead of this causes adverse effects (so called "side-effects"). Among the fundamental reasons for this phenomenon is so-called DM's linear thinking paradigm resulting in inadequate corrections made to the system causing adverse side effects. Thus, the conclusion is that successful management of complex systems requires understanding of their feedback-based functioning mechanism. The author suggests that dynamics of complex systems behavior are generally represented by interaction of the two feedback types: a *reinforcing* (positive feedback loop) and a *balancing* one (negative feedback loop).

The next paragraph proceeds with a description of the role of DM's mental models in organizational management. The author makes a hypothesis that since all decisions are made on the basis of intellectual (mental) models, development of superior models shall contribute to a cutdown on a number of typical managerial errors. A *mental* model is understood to mean a *specific socio-cultural and individual filter allowing interpretation of information on managerial problems/situations.* The point at issue is that the information received may change DM's mental models (i.e. behavior as well) due to *double loop learning* (in reliance on Chris Argyris' writings, who is a representative of the cognitive management psychology school). Some analysis instruments, e.g. *mental maps* created on the basis of causal loops diagrams, allow us to introduce necessary corrections into DM's mental models and to adjust them flexibly in response to constantly changing environmental conditions. Thus we arrive at the conclusion that the dynamic system analysis is a valuable tool which offers the possibility to accommodate would-be results of decisions made and different side effects as well as to work out relevant long term forecasts.

The last section of this chapter outlines the development of system dynamics as a separate discipline area starting with Jay Forrester's case studies on corporate management, building of the national economy model as well as the global humankind development scenario and eventually providing brief outline of modern representatives of this discipline. System dynamics approach is a *simulation modeling* method with distinct application fields. A brief review of simulation games

Katalevsky_1.indd 291 28.03.2011 16:10:35

used in management education is also presented in this section. The author draws the conclusion that system dynamics together with the learning simulation games (business-simulators or micro-worlds) allows to make a breakthrough in managerial learning process.

Chapter 2

The basics of system dynamics: casual loop diagrams

Chapter 2 outlines key concepts and instruments of system dynamics along with the structure and behavior of complex systems. The beginning of this chapter deals with the concepts of a "system", a "model" and "simulation modeling" and obviously the advantages of simulation models. The ensuing sections of the chapter proceed with the dynamic system analysis methodology, which includes the concept of social systems, encompassing many variables and interacting with each other via negative and positive feedback loops. Bounds of social systems, their quality/quantity indicators and finally "application points" are also determined, specified and described. The author presents four basic system dynamics methods:

- Casual loop diagrams
- System archetypes
- Simulation modeling
- Simulation games

Special attention is given to detailed description of the qualitative methodology applied in the course of the system dynamics analysis — plotting of casual loop diagrams with numerous examples. The relevant section of the chapter deals with determination and characterization of the polarity of connections between variables as well as positive and negative feedback loops.

The subsequent sections of the chapter proceed with the analysis of complex types of non-linear system behavior and introduce the concept of "oscillation". Oscillation represents a kind of a system underlain by balancing feedback loops with delay effects. The author describes several typical system behaviors including 1) oscillation generating mechanism along with the mechanism and behavior dynamics of the 2) *S-growth model* which is characterized by a rapid exponential growth with subsequent equilibrium; 3) S-growth model with overshooting delay effects and finally 4) the "overshooting and collapse" systems. Using numerous examples the author explains that overshooting and collapse system behavior has its origin in dynamic change of the maximum allowable *carrying capacity of environment.*

Katalevsky_1.indd 292 28.03.2011 16:10:35

Chapter 3

Feedback in organizational management: management based on increasing returns effects

This chapter deals with different applications of casual loop diagrams in the field of strategic organizational management. One of the conclusions is that in the framework of modern postindustrial economy competition nature and rules are considerably different from what they were before due to the consequences of the *law of increasing returns*. Increasing returns are understood to mean a situation when proportional increase in all available resources leads to even stronger expansion of production. The author presents some examples of how effects of increasing returns can be applied to business management, being successfully exploited by some leading companies via aggressive growth strategies. Some consequences of increasing returns including learning curve effect and system "lock-in" capability are analyzed in more detail.

The chapter proceeds with the analysis of *path dependency effects* and system lock-in. QWERTY-effects are examined in the context of the path dependency framework with analysis of their emergence history, examples of system lock-in to inefficient technology and corresponding case studies. The conclusion is that market participants are rarely able to create path dependencies on their own intentionally (rather it is mostly a stochastic process). A separate paragraph is dedicated to analysis of competitive battle between Microsoft and Apple to illustrate a particular business case when increasing returns effects and market lock-in were successfully applied in strategic management practice.

The next section of Chapter 3 is followed by description of the company's typical growth cycle decomposed on a number of specific so-called *growth accelerators* generated with the aid of positive feedback loops based of increasing returns effects. The author draws the conclusion that casual loop diagrams are considered to be an effective modeling tool for growth accelerators analysis and their application to strategic management research. Further sections of Chapter 3 deal with a description of the *generalized company growth management model based on standard growth accelerators*. The most common business growth accelerators, listed below, are examined in detail:

- Product awareness accelerator
- Accelerators of economies of scale, economies of scope and a learning curve accelerator

Katalevsky_1.indd 293 28.03.2011 16:10:35

- Accelerators of network externalities and complementary goods
- Accelerators of product attributes
- New products development accelerator
- "Market power" accelerator
- Mergers and acquisitions (M&A) accelerator
- Human resources accelerator

One of the main conclusions is that the maximum effect is gained when managers succeed to create a sustainable *combination of growth accelerators* which results in noticeable synergies and high *barriers for rivals trying to enter an industry*. It should be noted that usually the desired effect caused by application of growth accelerators will not become apparent at once but after a while, thus boosting a rapid growth. An emphasis is also put on the fact that not all positive feedback loops which contribute to company's growth are compatible with each other. In the course of time balancing feedback loops can eliminate achieved synergy.

In the final section of Chapter 3 the author concludes that casual loop diagrams represent an effective tool for generation and analysis of a business strategy. Nevertheless they do not allow to do an accurate forecast of situation evolvement. This task falls on dynamic system modeling.

Chapter 4

From casual loop diagrams to simulation models

Chapter 4 analyses how causal loops diagrams can be converted into quantitative system dynamics models. The concept of stocks and flows is introduced. The author argues that despite certain advantages of casual loop diagrams analyzed in the previous chapters, they cannot be used to build quantitative models and thus to predict system behavior. The author arrives at the conclusion that 1) capabilities of such diagrams are limited and 2) it is beneficial to use stocks-and-flows diagrams. The stocks and flows concept may be applied to any phenomenon in the field of management which is illustrated by many examples. A brief description of the mathematical tool underlying system dynamics modeling is briefly covered in this chapter as well.

Chapter 4 proceeds with an example of system dynamics modeling using an innovation diffusion model based on original Frank Bass' model of new products dissemination. Modeling is performed with the help of Vensim software. The conclusion is drawn that system dynamics models help to explore multiple scenarios of system behavior quickly and efficiently when various model inputs are changed.

Katalevsky_1.indd 294 28.03.2011 16:10:35

The final section of Chapter 4 dwells upon interrelationship between resource-based view — a mainstream concept of strategic management science — and system dynamics approach to modeling of complex systems. The substance of the resource-based theory and its basic distinctions from other strategic management schools are examined closely. The author suggests that any organization may be represented as a system of dynamically interacting (interconnected) resources, and functions on mutual enhancement or weakening of key resources. The model which resembles complex dynamic interconnections between various material and non-material resources is known as the "organizational strategic architecture" (Kim Warren's studies). The concept of strategic architecture is illustrated on the provided example of a new brand market launch. The analysis of an organizational strategic architecture helps to find unique leverage points where application of managerial decisions results in a significant impact on overall organizational development and performance.

Chapter 5

System dynamics and agent-based modeling

Chapter 5 begins to framework assumptions of a new promising simulation modeling methodology known as agent-based modeling (ABM): its emergence history, advantages and disadvantages in comparison with system dynamics as well as its promising fields of application. It is argued that transition from traditional to complexity economics has become obvious recently. The author defines complexity economics as an area of interdisciplinary studies encompassing aspects of behavioral economics, theory of social networks, simulation modeling, chaos theory and other concepts, taken from physics, biology, anthropology, cognitive psychology and many other disciplines. The comparison chart of traditional and complexity economics can is provided in this chapter. The author emphasizes that agent-based modeling allows to simulate complex behavior of not-aggregated system elements and is based on the principle of bottom-up modeling: the model consists of a set of basic elements, interaction of which determines generalized system behavior.

Basic characteristics of an agent as a modeling unit is presented in this chapter. Agent-based modeling lets an economist researcher to become an observer of complex socio-economical phenomena. In this monograph agent-based modeling is exemplified by the racial segregation model developed by Thomas Schelling who was awarded the 2005 Nobel Memorial Prize in Economic Sciences. Other

Katalevsky_1.indd 295 28.03.2011 16:10:35

examples of insightful application of agent modeling are provided (emergency evacuation models).

The following section proceeds with the detailed description of the agent-based modeling methodology via Anylogic software. The author describes innovative approach for agent-based modeling provided by Anylogic software — agent statecharts. Bass diffusion model is once again reviewed in detail this time with the help of agent-based modeling approach. In contrast to system dynamics the agent-based approach involves modeling of each agent's behavior. It may be particularly useful when an agent's individual behavior and interaction logic with other agents is obvious.

Furthermore the author presents another specific type of diffusion models — epidemic propagation model (also known as SIR-models). Proposed agent-based epidemic model was built using real data taken from several case studies of Ebola virus epidemics in Sudan (based on World Health Organization statistics). Combination of a theoretical model with practical cases allows to achieve some interesting results as well as to test flexibly various epidemic breakout scenarios in order to select optimal decisions.

Detailed description of the *Evrosvyaz* simulation model developed by the author can also be found in one of the sections of this chapter. The model is based on competition of three companies (A, B, C) engaged in electronics retail business.

The final section of chapter 5 deals with the detailed comparison analysis of two approaches — system dynamics and agent-based modeling. The author concludes that depending on type of a problem that researcher will run into, it may be reasonable to apply either system dynamics, agent-based or combined method. The author suggests that agent-based modeling represents a promising type of simulation modeling methodology which allows to enhance significantly quality of managerial decisions provided that the relevant problem is set in a proper manner.

In the **second part** of the textbook the author describes different examples (five independent cases) of solutions to pressing business (as illustrated by strategic management applied in such companies as *Evroset* and *Microsoft*) and state management problems (road traffic safety, depletion of natural resources, government policy in application to natural resources management) via system analysis and simulation modeling. The research data have been partly adapted from author's Ph.D. thesis as well as taken from domestic and foreign researches or received on the basis of own studies' results and research carried out together with his colleagues at the School of Public Administration, M.V. Lomonosov Moscow State University.

Katalevsky_1.indd 296 28.03.2011 16:10:35

Contents

Foreword 5

Introduction 8

PART 1
FUNDAMENTALS OF SIMULATION MODELING AND SYSTEM ANALYSIS

Chapter 1. SYSTEM THINKING IN THE FIELD OF MANAGEMENT 15
1.1. Distinctive features of dynamic decision making 15
1.2. Feedback management: the concept of feedback loop in economics and management 26
1.3. Sources of counter-intuitive system behavior 33
1.4. The role of mental models in organizational management 41
1.5. System dynamics: from origin to current situation 61

Chapter 2. THE BASICS OF SYSTEM DYNAMICS: CASUAL LOOP DIAGRAMS 75
2.1. Casual loop diagrams as a tool for qualitative analysis of complex systems 76
2.2. Types of non-linear behavior of complex systems 88

Chapter 3. FEEDBACK IN ORGANIZATIONAL MANAGEMENT: MANAGEMENT BASED ON INCREASING RETURNS EFFECTS ... 96
3.1. Increasing returns in economics 98
3.2. Path dependence and system lock-in effects 102
3.3. Competition under increasing returns: the case of Microsoft and Apple 114
3.4. The model of organizational growth engine 121
3.4.1. Product awareness accelerator 121
3.4.2. Economies of scale, economies of scope and learning curve accelerators 124
3.4.3. Network externalities and complementary goods accelerator ... 127
3.4.4. Product differentiation accelerator 129
3.4.5. New products accelerator 130
3.4.6. Market powers accelerator 131
3.4.7. Mergers and Acquisitions accelerator 133
3.4.8. Experienced workforce accelerator 134

Chapter 4. FROM CASUAL LOOP DIAGRAMS TO SIMULATION MODELS 138
4.1. From casual loops to stocks-and-flows diagrams 138
4.2. Simulation of innovation diffusion 147
4.3. F. Bass model 152
4.4. Organizational modeling: resource-based view and system dynamics. 160

Katalevsky_1.indd 297 28.03.2011 16:10:35

Chapter 5. SYSTEM DYNAMICS AND AGENT-BASED MODELING 171
5.1. Complexity economics and agent-based modeling..... 171
5.2. Building agent-based models..... 182
5.3. Agent-based modeling in "Evrosvyaz" simulation 193
5.4. Agent-based modeling and system dynamics: comparative analysis 197

Questions and assignments..... 204

PART 2
SYSTEM DYNAMICS IN ACTION

Case № 1. Road traffic accidents and traffic safety: example of counter-intuitive system behavior..... 207
Case № 2. Some thoughts on oil extraction modeling 213
Case № 3. The strategy of the leader: Evroset company growth management..... 224
Case № 4. Microsoft growth strategy: management based on growth accelerators 246
Case № 5. System dynamics in natural resources management..... 266

Textbook Summary..... 290
Contents 297

Appendix 1. "Fundamentals of management simulation modeling and system analysis" course syllabus..... 299

Appendix 2. Bibliography 302

Annotation

Katalevsky Dmitry Yu.

Fundamentals of management simulation modeling and system analysis. Moscow: Moscow University Press, 2011. — 304 p.

This textbook is based on a study course on simulation modeling and complex systems management that was taught by the author at Lomonosov Moscow State University. The textbook reviews the basics of management decision-making in dynamic environment as well as counter-intuitive and emerging behaviors of complex systems. Consecutive studying of textbook material helps to form system approach to decision-making.

In the textbook the author reveals up-to-date tools for conceptualization and understanding of complex systems such as casual loop diagrams, system dynamics and agent-based modeling which are essential toolkit for contemporary managers. The author provides many topical examples of application of these tools to business and state management practices.

The textbook would be useful to students in economics and management as well as to a wide audience of readers who are interested in forming system thinking skills and learning the basics of complex systems behaviors and simulations.

Key words: system dynamics, agent-based modeling, system thinking, complex systems, complexity management, simulation modeling, simulation games, emerging behavior, path dependence, growth accelerators.

Katalevsky_1.indd 298 28.03.2011 16:10:35

Приложение 1

ПРОГРАММА КУРСА «ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ»

Примерная продолжительность спецкурса — 36 академических часов.

Лекция 1. **Введение в системное мышление и имитационное моделирование. Сложность окружающего мира и контр-интуитивность поведения систем**

- Контр-интуитивное поведение систем. Динамическая сложность и ограниченная рациональность.
- Введение в системную динамику (качественный аспект): построение и анализ причинно-следственных диаграмм. Методология построения каузальных диаграмм на примере кейсов:
  1) ДТП и проблемы безопасности на дорогах;
  2) проблемы трафика и транспортных пробок и пути их решения.
- Положительные и балансирующие петли обратной связи в управлении — их роль и значение.

Лекция 2. **Управленческий практикум: принятие решений в динамически сложной среде**

- Проведение имитационной игры, основанной на принципе обратной связи. Рекомендованные игры (по возрастанию сложности в зависимости от степени подготовки аудитории): «Рыболовство».
- Обсуждение результатов. Подготовка причинно-следственной диаграммы концепции игры в аудитории.
- Проблема управления общественными ресурсами. Архетип «Трагедия общности»: причины возникновения и пути нейтрализации.

Лекция 3. **Системные архетипы и моделирование при помощи причинно-следственных диаграмм**

- Системные архетипы в управлении — «философский камень» менеджмента? Питер Сенге и его книга «Пятая дисциплина».
- Кейс «Кейбаб Плато»: пример неумелого вмешательства в экосистему (Часть 1: моделирование причинно-следственных диаграмм).
- Примеры других неудачных вмешательств в управлении.

Katalevsky_1.indd 299 28.03.2011 16:10:35

Лекция 4. **Управление природными ресурсами: системный подход**

- Механизм функционирования сырьевых рынков (commodities markets): системно-динамический аспект. От циклических подъемов и спадов к устойчивому развитию: обобщение опыта исследований Института устойчивого развития (Sustainability Institute).
- Кейс «Кейбаб Плато»: последствия вмешательства в экосистему (Часть 2: анализ системно-динамической модели).

Лекция 5. **От каузальных диаграмм к потоковым. Основы системно-динамического моделирования**

- Системно-динамическое моделирование: концепция «потоков и накопителей».
- Примеры простых моделей «потоков и накопителей».
- Модель Басса: модель диффузии технологий. *Системная динамика в действии*: механизм распространения новых инноваций.

Лекции 6–7. **Стратегическое управление ростом организации — системно-динамический подход: синергия акселераторов роста**

- Недостатки моделей классической экономики — концепция возрастающей доходности и ее роль.
- Эксперименты Полиа. Концепция зависимости от предыдущей траектории развития и «замыкания системы» на примерах:
  1) левостороннее/правостороннее движение (сравнительный опыт Швеции) — возможно ли переключение?
  2) клавиатура QWERTY и клавиатура Дворака — всегда ли рынок выбирает эффективное решение?
  3) формирование автомобилестроительного кластера в Санкт-Петербурге.
- Исследования компании McKinsey — концепция акселераторов роста в управлении. Эксплуатация позитивной обратной связи в управлении ростом компании. Причины популярности стратегий «Get Big Fast».
- *Системная динамика в действии*: практический разбор стратегии управления ростом компании на примере разбора кейса компании «Евросеть».
- *Системная динамика в действии*: прикладной анализ стратегии компании Microsoft.

Katalevsky_1.indd 300 28.03.2011 16:10:35

Лекция 8. **Стратегическая архитектура организации**

- Эволюция стратегического менеджмента: от школы Майкла Портера до ресурсного подхода (Resource-Based Theory, RBV).
- Организация как набор материальных и нематериальных ресурсов.
- Моделирование ресурсов в организации — построение стратегической архитектуры организации (на основе концепции Strategy Dynamics Кима Уоррена, London Business School).
- Управление брендом (brand-management customer chain).
- *Системная динамика в действии*: кейс компании Exodus Communication (по материалам лекций Кима Уоррена, London Business School).

Лекции 9–10. **Агентное моделирование: возможности и перспективы**

- Экономика сложных систем: необходимость новых подходов к моделированию.
- Первые исследования по агентному моделированию: эксперименты Томаса Шеллинга.
- Модель эвакуации Д. Хелбинга и др.; модели, демонстрирующие подражательное коллективное поведение. Модели трафика.
- Агентные модели диффузии: идей/инноваций/эпидемий. Концептуальные основы модели Ф. Басса. Модель распространения эпидемий (сценарии распространения и чувствительность модели к различным параметрам). Механизм «социальных эпидемий»: сарафанное радио.

Лекции 11–12. **Разбор системно-динамических/агентных моделей по экономической и управленческой тематике**

Лекции 13–14. **Практический семинар. Презентация проектов студенческих работ (прикладной системно-динамический или агентный анализ проблем управления в бизнесе или государственной сфере)**

Katalevsky_1.indd 301 28.03.2011 16:10:35

Приложение 2

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Книги

1) *Карпов Ю.Г.* Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Anylogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2009.
2) *Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рендерс Й., Беренс В.В.* Пределы роста. М.: МГУ, 1991.
3) *Сенге П.* Пятая дисциплина: искусство и практика построения самообучающейся организации. М.: Олимп-Бизнес, 2003.
4) *Сидоренко В.Н.* Системная динамика. М.: ТЕИС, 1998.
5) *Форрестер Дж.* Мировая динамика. М.: Наука, 1978.
6) *Beinhocker E.* The Origin of Wealth. Harvard Business School Press, 2006.
7) *Sterman J.* Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill Companies, 2000.

Статьи

1) *Артур Б.* Возрастающая отдача и два мира бизнеса // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2005. Т. 3. № 4.
2) *Ачи З., Домэн Э., Сибони О., Синха Д., Витт С.* Парадокс быстрорастущих компаний // Вестник McKinsey. 1995.
3) *Борщев А.* От системной динамики и традиционного имитационного моделирования — к практическим агентным моделям: причины, технологии, инструменты. www.xjtek.com
4) *Arthur W.B.* Increasing Returns and Path Dependence in the Economy. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press, 1994.
5) *Axtell R.* Why agents? On the varied motivations for agent computing in the social sciences, Working paper 17, Center on Social and Economic Dynamics. Brookings Institution, Washington D.C., 2000.
6) *Cooper K.G.* The $2000 Hour: How Managers Influence Project Performance Through the Rework Cycle // Project Management Journal. 1994. March.
7) *David P.* Clio and the Economics of QWERTY // American Economic Review. 1985. Vol. 75. № 2.
8) *Forrester J.W.* Counterintuitive behavior of social systems // Technology Review. 1971. Vol. 73. № 3.
9) *Kahneman D.* Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioural Economics // The American Economic Review. 2003. Vol. 93. № 5.

Katalevsky_1.indd 302 28.03.2011 16:10:36

10) *Liebowitz S.J., Margolis E.S.* Path Dependence, Lock-In, and History // The Journal of Law, Economics, and Organization. 1995. Vol. 11. № 1.
11) Статьи *Н.Н. Лычкиной* на сайте Российского сообщества по системной динамике www.sysdynamics.ru, включая следующие:

- Ретроспектива и перспектива системной динамики. Анализ динамики развития;
- Системно-динамические модели в процедурах и системах поддержки принятия стратегических решений на предприятиях.

Интернет-ресурсы

1) Сайт Российского сообщества по системной динамике: www.sysdynamics.ru
2) Сайт Международного сообщества по системной динамике: http://www.systemdynamics.org/
3) Сайт компании XJ Technologies: http://www.xjtek.com/
4) Статьи по агентному моделированию: http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/ace.htm

Публикации автора

Книги

Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: Учебное пособие (2011).

Научные статьи и работы

1) *Каталевский Д.Ю.* Имитационное моделирование рационального использования природных ресурсов на примере обзора системно-динамических моделей добычи нефти // Бюллетень НИАЦ «Экология и рациональное природопользование». Третий выпуск. М., 2006.
2) *Каталевский Д.Ю.* Системная динамика и агентное моделирование: необходимость комбинированного подхода // Материалы 14-й Международной научно-практической конференции «Устойчивое экономическое развитие: интеграция государства и бизнеса в современном обществе». М.: ГОУВПО «ГУУ», 2009.
3) *Каталевский Д.Ю.* Системная динамика — истоки, становление, перспективы, 2005. www.sdrus.org.ru
4) *Каталевский Д.Ю.* Системная динамика — новая парадигма принятия управленческих решений // Государственное управление в XXI веке: традиции и инновации. Материалы 4 ежегодной конференции ФГУ МГУ. М.: ЧеРо, 2006.
5) *Каталевский Д.Ю.* Стратегическое управление организацией на основе концепции возрастающей отдачи: Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. М., 2008.

Katalevsky_1.indd 303 28.03.2011 16:10:36

6) *Каталевский Д.Ю.* Стратегия лидера: управление ростом компании «Евросеть» на основе системно-динамического подхода. Кейс. 2006.
7) *Каталевский Д.Ю.* Управление ростом организации на основе системно-динамического подхода // Вестник Московского университета. Сер. 21. Управление (государство и общество). 2007. № 4.
8) *Каталевский Д.Ю., Солодов В.В.* Применение системно-динамического анализа к проблемам общественной безопасности: некоторые аспекты безопасности дорожного движения // Актуальные проблемы теории и практики управления: VII-я научно-практическая конференция; 21–22 октября 2006 г. Сборник материалов. М.: МАКС Пресс, 2008.
9) *Katalevsky D.Yu., Ivanova A.A.* Systematization of the Experience of Teaching the Foundations of System Analysis and Imitational Modeling to Students of Social Sciences // The Journal of Artificial societies. 2010. Vol. 5. № 1–4 (13–16). Quarter I–IV. www.artsoc.ru

Публицистические статьи

Каталевский Д. Нефть: Ждем $100 за баррель // Ведомости. 2007. 24 июля.

Учебное издание

Каталевский Дмитрий Юрьевич

ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В УПРАВЛЕНИИ

Редактор-корректор *Е.А. Босина*.
Художественный редактор *Ю.М. Добрянская*. Художник *В.А. Чернецов*.
Технический редактор *З.С. Кондрашова*. Верстка *Л.В. Тарасюк*.

Подписано в печать 28.02.2011 г. Формат 60 x 90 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная № 1.
Офсетная печать. Усл. печ. л. 19,0+0,5 цв. вкл. Тираж 500 экз.
Изд. № 9328. Заказ № 4248.

Ордена «Знак Почета» Издательство Московского университета.
125009 Москва, Б. Никитская, 5/7. *Тел.*: (495) 629-50-91. *Факс*: (495) 697-66-71.
(495) 939-33-23 (*отдел реализации*). *E-mail:* secretary-msu-press@yandex.ru

Сайт Издательства МГУ: www.msu.ru/depts/MSUPubl2005

Адрес отдела реализации: Москва, ул. Хохлова, 11 (Воробьевы горы, МГУ).
E-mail: izd-mgu@yandex.ru. Тел.: (495) 939-33-23.
Интернет-магазин: http://msupublishing.ru

Отпечатано в ФГУП «ПИК ВИНИТИ».
140 010, г. Люберцы Московской обл., Октябрьский пр-т, 403.
Тел.: 554-21-86

Katalevsky_1.indd 304 28.03.2011 17:09:56