Дмитрий Юрьевич Каталевский

выпускник МГУ имени М.В. Ломоносова, магистр в области управления Государственного университета штата Нью-Йорк (MPA), кандидат экономических наук. Разработал оригинальный лекционный курс по основам имитационного моделирования и системного мышления в управлении. Преподаватель на программах MBA и Executive MBA в Институте бизнеса и делового администрирования РАНХиГС, в МГУ имени М.В. Ломоносова. Имеет многолетний опыт работы в бизнесе в области консультирования (Deloitte & Touche), а также в некоммерческих учреждениях. Автор множества научных публикаций, имитационных моделей и деловых игр. Научные интересы: управление сложными системами, агентное моделирование и системная динамика, поведенческая экономика, управленческое системное мышление.

ISBN: 978-5-7749-1072-4

9 785774 910724

Дмитрий Каталевский

ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В УПРАВЛЕНИИ

Дмитрий Каталевский

ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В УПРАВЛЕНИИ

Издательский дом ДЕЛО

РАНХиГС
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Д.Ю. Каталевский

ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В УПРАВЛЕНИИ

Учебное пособие

Издание второе,
переработанное и дополненное

Издательский дом ДЕЛО
Москва | 2015

УДК 35
ББК 65.050.2
К29

Каталевский, Д.Ю.
К29 Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп. / Д.Ю. Каталевский. — М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. — 496 с., ил.

ISBN 978-5-7749-1072-4

В основу учебного пособия легли материалы лекций по имитационному моделированию и управлению сложными системами, прочитанные автором в ИБДА РАНХиГС и МГУ им. М.В. Ломоносова. В пособии рассматриваются основы принятия управленческих решений в динамически сложной среде, феномены контринтуитивного 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.

ISBN 978-5-7749-1072-4

УДК 35
ББК 65.050.2

© Каталевский Д.Ю., 2015
© ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства
и государственной службы при Президенте Российской Федерации», 2015

Предисловие

В условиях высокой турбулентности окружающей среды и усложнения структуры общества резко повышается сложность принятия управленческих решений. Ошибки управленцев оказываются непростительно дорогими. Поэтому на передний план выходит фигура управленца нового типа, способного мгновенно «выхватить» из окружающей картинки главное, сконцентрировать внимание на реперных точках развития и, подобно талантливому врачу, оказав на эти болевые точки воздействие необходимой силы, вызывать системное улучшение состояния всего организма или — применительно к управлению — получить системный эффект. Именно системность мышления и действий, способность увидеть проблему в целом, выделить ее болевые точки и сконцентрировать управленческие усилия именно на них — это та критическая компетенция, которая отличает современного управленца от управленца традиционного.

Приходится констатировать, что в современном бизнес-образовании (причем, как в России, так и в мире) подготовка нового типа управленцев, обладающих системными компетенциями для решения сложных проблем, находится в стадии становления. О ее необходимости часто и много говорят. Однако реализовать ее на занятиях в талантливой и практико-ориентированной форме удается немногим. Поскольку речь идет не о наборе разрозненных компетенций и умений, а об овладении новым набором управленческого инструментария, пользование которым невозможно без *изменения парадигмы управленческого мышления.* А это всегда очень сложная и зачастую болезненная задача, ибо каждый взрослый человек подсознательно убежден, что именно его модель восприятия мира и его способ мышления верны. Особенно если перед этим управленческая практика помогала предприятию или фирме худо-бедно справляться с текущими вызовами и проблемами.

Автор предлагает нам посмотреть на мир и управление во многом по-новому, опираясь на инструментарий и методологию системного мышления, имитационного, «мультиагентного моделирования». При этом цементирующим материалом для инструментов-кирпичиков, из которых вырастает здание системы, выступают примеры реальной управленческой практики. Они делают метод «мультиагентного моделирования» существенно более доступным, прикладным и конкретным, ориентированным на бизнесменов-практиков. При этом специально собранный во второй части книги набор кейсов иллюстрирует, как использовать с пользой для бизнеса практически каждый из предложенных аналитических инструментов.

Естественно, что книгу можно дополнять и развивать, чем — не сомневаюсь — автор будет заниматься в ближайшие годы. Ибо лучшее — всегда враг хорошего. Однако не это главное. Главное то, что книга нужна для бизнеса, что она дает набор работающих на практике инструментов, которые помогают принимать непростые решения в непростых условиях. Выскажу также мнение, что *подходы, предлагаемые автором, могут выступать как сильный системный*

инструментарий антикризисного управления в условиях, когда необходимость сочетать движение вперед и оптимизацию (экономию) ресурсов особенно остра.

Мне приятно, что многие положения этой книги родились на проектных тренингах программ MBA и EMBA Института бизнеса и делового администрирования (ИБДА), ведущей бизнес-школы Президентской академии. Мои беседы с талантливыми предпринимателями, менеджерами и бизнесменами, обучавшимися на этих программах, показывают, что предлагаемые автором подходы к управлению воспринимались практиками как важные и эффективные. Причем даже в тех случаях, когда в начале занятия они относились к новому набору инструментов и подходов со столь привычным для российского бизнеса недоверием и скепсисом.

Я не сомневаюсь, что книга окажется полезной для читателей, занятых проектным управлением. Что она поможет российским предпринимателям, бизнесменам и управленцам (причем, как в бизнесе, так и в сфере государственного управления) найти новые пути для повышения эффективности. Думаю, что книга найдет своих благодарных читателей и среди учащихся магистерских и старших курсов бакалаврских программ по менеджменту.

С. П. Мясоедов,
проректор РАНХиГС, директор ИБДА РАНХиГС,
доктор социологических наук, профессор

От автора

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 в. 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 N. Rockefeller College of Public Affairs and Policy Государственного университета штата Нью-Йорк в г. Олбани (SUNY at Albany) в 2004–2005 гг. В рамках одного из курсов совместно с американскими сокурсниками мне довелось играть в сложную имитационную игру Stratagem («Стратагема»), по сюжету которой командам из пяти человек необходимо было принимать решения по управлению государством на протяжении 25–30 лет (каждый ход был эквивалентен нескольким годам виртуальной страны). Я хорошо помню, как все команды (а их было около десятка) потерпели сокрушительное поражение в игре. Но особенно мне запомнилось постигровое обсуждение, организованное двумя профессорами — Дэвидом Андерсеном и Джорджем Ричардсоном (тогда еще я не знал, что они являются одними из лучших специалистов по имитационному моделированию в США). Соединяя на доске разные переменные стрелочками, из которых складывались контуры обратных связей, они на новом для меня языке рассказывали о системных моментах, которые мы упустили в ходе игры. Так я узнал о системной динамике и имитационном моделировании.

Поразил меня не только новый способ мышления на основе обратных связей, на котором построена системная динамика, но и возможность привнести в социально-экономические науки экспериментальную составляющую — моделировать сложные системы и ставить эксперименты, изучая их «поведение». В 2005 г. на ежегодной конференции по системной динамике, проходившей в Бостоне, мне посчастливилось познакомиться и пообщаться с основателем этого метода — Джеем Форрестером, который 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 материалам лекций, прочитанных в МГУ им. М. В. Ломоносова и в ИБДА РАНХиГС в 2005–2014 гг. Данное пособие представляет собой второе издание, расширенное и дополненное новыми материалами, кейсами и моделями. Оно не претендует на полноту и энциклопедичность — очень

сложно было бы заменить книгу признанного эксперта по системной динамике, профессора MIT Джона Стермана «Business Dynamics: Modeling for Complex World», которая на сегодняшний день является наиболее полным путеводителем по имитационному моделированию. Данное учебное пособие призвано пробудить у читателя интерес к новому образу мышления, познакомить его с методом имитационного моделирования и, что немаловажно, показать на ряде примеров практические возможности применения данного инструментария к актуальным проблемам управления (этому посвящена вторая половина книги).

Мне кажется важным отметить также, что публикация книги была бы невозможна без помощи и поддержки многих людей, моих друзей и коллег. Я бы хотел искренне поблагодарить:

- проректора РАНХиГС, директора Института бизнеса и делового администрирования, профессора доктора социологических наук Сергея Павловича Мясоедова и заместителя декана ИБДА, руководителя программ Executive MBA кандидата социологических наук Ашота Георгиевича Сеферяна за последовательную поддержку моих «системных экспериментов» в рамках программ MBA в ИБДА РАНХиГС;
- профессора экономического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, доктора экономических наук Ольгу Петровну Молчанову, под руководством которой я защитил диссертацию по тематике системного моделирования;
- профессора факультета государственного управления МГУ им. М. В. Ломоносова, доктора биологических наук Дмитрия Николаевича Кавтарадзе, человека, открывшего мне имитационные игры в управлении и воодушевившего на написание первого издания данного пособия;
- директора по продажам Anylogic Company Сергея Суслова и его команду за поддержку в продвижении и популяризации моих научных и практических работ в области моделирования;
- Наталью Николаевну Лычкину, Михаила Михайловича Крюкова, Владимира Николаевича Сидоренко, Елену Баханову и многих других коллег из области имитационного моделирования, прикладывающих немало усилий по внедрению этого инструмента как в учебные программы подготовки современных специалистов, так и в практику управления;
- моего бессменного коллегу по преподаванию, соавтора и друга Владимира Викторовича Солодова, совместно с которым продолжается работа по дополнению и отшлифовке читаемых курсов;
- Романа Панова, моего друга и соавтора в сложных и уникальных имитационных моделях, часть из которых описана в данном пособии;
- и, конечно же, мою семью, без поддержки которой было бы невозможно довести до завершения задуманную работу.

Эта книга посвящается моей маме, Сабаури Анжеле Владимировне.

Д. Каталевский,
кандидат экономических наук, MPA

Введение

Совместно с Владимиром Викторовичем Солодовым несколько лет автор ведет занятия по основам системного мышления на факультете государственного управления МГУ им. М. В. Ломоносова и на программах MBA и Executive MBA в Российской академии народного хозяйства и государственной службы (РАНХиГС). Каждый наш курс обязательно начинается с имитационной игры «Рыболовство» (Fish Banks), искусству проведения которой нас научил профессор Дмитрий Николаевич Кавтарадзе, один из ведущих в России специалистов по созданию имитационных игр. Суть игры «Рыболовство» состоит в том, что слушатели делятся на несколько команд по 4–5 человек в каждой. Каждая команда представляет собой рыболовецкую компанию, занимающуюся промыслом рыбы. По сюжету игры команды соревнуются друг с другом — каждая команда пытается как можно быстрее построить свой флот, чтобы вылавливать как можно больше рыбы, стремясь максимизировать заработок (по сюжету игры победителем признается компания, которая заработает больше других). Время от времени мы сталкиваемся с удивительным игровым феноменом — команды, накупив кораблей, за несколько ходов вылавливают всю рыбу в акватории, забывая, что рыба — конечный ресурс. Здесь-то и начинается самое интересное — несмотря на то что вылов падает до нуля, многие участники терпеливо ждут один-два хода, надеясь на восстановление рыбы... Приходится объяснять, что умножение на ноль дает ноль... (если рыба вся закончилась — то воспроизводиться нечему).

Это можно было бы рассматривать как забавный казус в процессе обучения системному мышлению в управлении, если бы не тот факт, что нашей аудиторией обычно являются вполне состоявшиеся в карьерном плане слушатели. Это руководители средних и крупных российских компаний, иногда — владельцы своего (и немаленького) бизнеса, в среднем — старше 30 лет, имеющие хороший управленческий и жизненный опыт. А между тем более 95% из почти сотни игровых сессий, проведенных нами за последние несколько лет, заканчивались экологическим коллапсом — полным исчезновением рыбы — и банкротством «рыболовецкого» бизнеса одновременно у всех команд. И, порой, трогательно наивное «ожидание чуда» участниками игры от разоренной акватории убеждает нас в необходимости скорейшего введения в повсеместную практику преподавания управленческих дисциплин предмета «Системное мышление».

Так что же представляет собой системное мышление? Термин «системное мышление» сродни терминам «менеджмент» и «менеджер» — словосочетание избито и затаскано, при этом каждый понимает под этим что-то свое. Многолетние размышления автора о том, что представляет собой системный анализ, из каких элементов (этапов) он должен состоять, привели к пониманию того, что системное мышление является:

- контекстно обусловленным,
- неэмоциональным,
- «операционным».

Каждая из представленных здесь характеристик будет рассмотрена ниже. Однако автору следует честно признаться, что понимание системного мышления не является чем-то статичным — напротив, оно динамично изменяется и обновляется по мере изучения новых знаний и продолжения диалога с коллегами-преподавателями и слушателями курса. Весьма вероятно, что по прошествии времени описанная выше триада как-то изменится. Поэтому, перефразируя математиков, она является необходимой, но, возможно, недостаточной для целостного понимания феномена системного мышления. Тем не менее, как сможет убедиться читатель, даже с имеющимся пониманием разобраться будет далеко не просто.

Но обо всем по порядку…

1. Контекст имеет значение…

Проблематика «контекстно-обусловленного» мышления сама по себе достойна отдельной книги. По мнению автора, системное мышление не может не учитывать контекст в самом широком смысле этого слова — экономический, политический, социально-культурный, исторический и др. Однако вкратце объяснить, что понимается под контекстом, в рамках данного учебного пособия представляется непосильной задачей. Вместо этого уместно привести примеры.

Пример. Китайская стратагема «Открытые ворота»[1]

Советник Кун Мин, прозванный также Чжуге Ляном, был послан с пятью тысячами солдат в Сичэн, чтобы перевезти находившиеся там припасы в Ханьчжун. Там к нему вдруг начали прибывать один за другим более десятка гонцов, скакавших во весь опор. Они сообщили, что вражеский военачальник Сыма И из государства Вэй вступает в Сичэн с подобным осеннему рою войском в сто пятьдесят тысяч человек. К этому

[1] *Зенгер Х. фон.* Стратагемы. О китайском искусстве жить и выживать. Т. 1, 2. М.: Эксмо, 2004.

времени при советнике Кун Мине не было уже ни одного военачальника, лишь штаб из штатских чиновников. Из пяти тысяч солдат половина уже отбыла из Сичэна вместе с припасами. В городе оставалось не более двух с половиной тысяч солдат. Когда чиновники услышали это известие, лица их побледнели от ужаса. Советник Кун Мин поднялся на городскую стену и обозрел окрестности. И вправду, у горизонта небо было закрыто клубами пыли. Огромное войско вражеского военачальника Сыма И приближалось. Советник Кун Мин приказал:

— Снимите и спрячьте флаги и знамена с городской стены! Каждый воин пусть находится на своем посту! Сохраняйте тишину; ослушник, подавший голос, будет обезглавлен. Все четверо городских ворот распахнуть настежь! Пусть у каждых ворот подметают улицу двадцать солдат, переодетых горожанами. Когда подойдет войско Сыма И, пусть никто не действует самовольно. У меня есть для этого случая стратагема [цзи].

Затем Кун Мин накинул плащ из журавлиных перьев, надел коническую шелковую шапку и отправился на городскую стену в сопровождении двух оруженосцев, захватив с собой цитру с гнутой декой, и там уселся прямо на парапет одной из наблюдательных башен. Возжегши курение, он начал играть на цитре.

Между тем разведчики авангарда генерала Сыма И достигли городской стены и увидели все это. Никто из разведчиков не решился пройти дальше. Спешно вернулись они к Сыма И и сообщили об увиденном. Сыма И недоверчиво рассмеялся. Затем он приказал войскам остановиться. Сам он поехал вперед на быстрой лошади, чтобы издали посмотреть на город. И впрямь, там он увидел советника Кун Мина, который сидел на сторожевой башне городской стены с радостной улыбкой на лице и играл на цитре с гнутой декой среди дымков от курящихся благовоний. Слева от него стоял оруженосец, который обеими руками держал драгоценный меч, справа — оруженосец с волосяным опахалом.

В проходе городских ворот и перед ними виднелось около двадцати простолюдинов, которые с опущенными головами невозмутимо подметали дорогу. Когда Сыма И разглядел все это, он пришел в сильное смущение. Он вернулся к своему войску, приказал авангарду и арьергарду поменяться местами и повернул на север, в направлении лежащих там гор. Его второй сын, Сыма Чжао, по дороге проговорил:

— Наверняка у Чжугэ Ляна не было воинов, потому он и разыграл эту сцену. Отец, почему вы отвели войско?

Сыма И отвечал:

— Чжугэ Лян известен своей предусмотрительностью и осторожностью. Еще никогда он не предпринимал ничего рискованного. Сегодня ворота города были широко открыты. Это определенно указывает на подвох. Если бы мои войска вступили в город, они, конечно, пали бы жертвой стратагемы. Предпочтительно было побыстрее отступить.

И все войско Сыма И ушло. Кун Мин увидел, как вражеские отряды исчезают вдали. Он рассмеялся и захлопал в ладоши. Все чиновники, бывшие с ним, были озадачены. Они спросили Кун Мина:

— Сыма И — знаменитый военачальник государства Вэй. Сегодня он привел сюда 150 000 отборных воинов, увидел вас, советника Шу-Хань и поспешно отступил. По какой причине?

Кун Мин отвечал:

— Этот человек исходил из того, что я стараюсь вести себя предусмотрительно и осторожно и никогда не рискую. Увидев такую картину, он решил, что у меня множество воинов сидит в засаде. Поэтому он отступил. Вообще меня смущают отчаянные предприятия, но сегодня я искал спасения в таких действиях, так как не имел выбора.

Все чиновники в изумлении склонили головы и воскликнули:

— Стратагему советника не удалось бы разгадать даже привидению! Если бы не он, мы должны были бы просто сдать город и спасаться бегством!

Кун Мин сказал:

— У меня ведь было только 2500 воинов. Если бы мы оставили город и бежали, конечно, далеко бы мы не ушли. Сыма И взял бы нас в плен.

В позднейшие времена было написано стихотворение, восхвалявшее это деяние:

«Цитра с гнутой декой, украшенная нефритом, длиною в три фута победила отборное войско, когда Чжугэ Лян в Сичэне повернул врагов вспять. Поныне местные жители показывают это место. Там 150 000 человек повернули коней».

Перечитывая эту стратагему по многу раз, я часто задумывался, а как бы повел себя на месте китайского полководца человек другой национальности и культуры? Повернул бы назад, увидев открытые ворота, например, древнеславянский князь или древнеримский полководец? Верно ли, что данная стратагема сработала бы только в китайской среде, весьма существенно отличающейся от славянской, европейской, американской культур? На этот вопрос нет достоверного ответа, хотя и есть на этот счет определенное мнение...

Еще один интересный пример определяющей роли контекста являет собой феномен летчиков-камикадзе в Японии во время Второй мировой войты. Среди экспертов-историков Второй мировой войны есть мнение, что одним из ключевых факторов поражения Японии в войне стала быстрая гибель профессиональных военных летчиков, многие из которых стали камикадзе. Оказывается, процедура отбора в камикадзе среди опытных летчиков и необученных новичков значительно отличалась. Так, начинающие летчики могли подать заявление о приеме в отряд смертников по собственной инициативе. Документы свидетельствуют, что количество желающих позволяло даже проводить достаточно строгий отбор канди-

датов. В первую очередь принимали отличников, однако избегали брать старших сыновей в семье, поскольку тем надлежало продолжать семейный бизнес. Иной была процедура для опытных летчиков. Среди них распространяли анкеты с вопросом типа «Хотите или не хотите вы стать камикадзе? Ненужное зачеркнуть». Отбирали тех, кто выбирал первый вариант. И вот здесь как раз необходимо учитывать национальный менталитет (в нашем понимании — контекст). Умереть, если это потребуется, в Японии традиционно считалось долгом мужчины (уместно вспомнить культ смерти у самураев, хорошо показанный во многих японских фильмах). Анкеты были именными, и подписаться под нежеланием стать самоубийцей фактически было равносильно тому, чтобы публично объявить себя трусом. Естественно, мужественные летчики массово выбирали первый вариант.

Приведенные примеры показывают, что очень часто без понимания контекста *невозможно* корректно проанализировать ситуацию и сделать верные выводы. Тем не менее в рамкам данной работы автор не задавался целью подробно осветить роль и значение контекста в системном мышлении. Важно помнить, что недопонимание или недооценка контекста при принятии управленческих решений чревата серьезными ошибками: как говорится, *контекст имеет значение*.

2. Основы «первобытного» мышления…

Современный руководитель тонет в потоках информации. 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. Информационный взрыв, наблюдаемый в последние два десятилетия, в значительной степени влияет на нашу способность рационально осмысливать происходящее, синтезировать информацию и делать корректные выводы. Один из главных вызовов для руководителя состоит в способности качественно осмысливать информацию, синтезируя из нередко противоречивой мозаичной картинки целостное представление о мире.

Как это ни парадоксально, обратной стороной информационной революции становится тот факт, что постепенно мы скатываемся к мифологизированному первобытному мышлению. Здесь уместно процитировать известного ученого Люсьена Леви-Брюля (1857–1939), французского философа и антрополога, который в качестве основного критерия определения примитивного сознания отмечал

склонность 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].

Подавляющее большинство современных СМИ преподносят нам эмоционально окрашенную информацию. 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 французского исследователя проблем управления 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 сегодня, усугубляется также и тем, что до индивидуализированного общества, в котором мы живем, достучаться можно лишь средствами массовой информации. Это значительно *сужает сознание человека*: оно становится фрагментированным, мозаичным, быстро теряется целостность восприятия. Часто ситуация освещается весьма однобоко. 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*. К легким ре-

---

[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.

шениям в бытовой, личной жизни, в профессиональном развитии, в бизнес- и государственном управлении. Особенно наглядно это 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 и многие другие. 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 т.п. Легкие решения, предлагаемые авторами, очень заманчивы. Однако в реальности все обычно оказывается далеко не так очевидно.

«Первобытное» мышление современного человека имеет ряд важных последствий. *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, а именно — наказать виновника. 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 (как тут не вспомнить об архетипах систем Питера Сенге).

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, так называемых 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 напора нового информационного потока.

В рамках подобного мышления становится очень трудно вести научно обоснованную дискуссию, поскольку аргументация 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 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). Среди множества примером подобной безответственности автору особенно памятен один из отчетов аналитиков крупного российского инвестиционного банка, в котором обосновывались головокружительные перспективы роста цен на московскую недвижимость и, соответственно,— акций российских девелоперских компаний. Отчет был выпущен в конце 2007 г. 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. 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 собирающихся нести ответственность за свои прогнозы.

Различные аспекты эмоционального мышления (в более широкой трактовке — интуитивного мышления) изучает поведенческая экономика, которая постепенно становится одним из основных направлений исследований экономической науки. Однако для того чтобы научиться мыслить системно, недостаточно просто из-

бавиться от эмоционального мышления. Фундаментом, на котором основывается системное мышление, является ***«операционное» мышление***.

3. «Операционное» мышление, или причем здесь коровы…

Известный американский специалист по системной динамике Барри Ричмонд (Barry Richmond) в одной из своих статей привел замечательный пример квазинаучного подхода к анализу экономических проблем:

> «…Популярный экономический журнал опубликовал исследование известного экономиста, который разработал сложную эконометрическую модель, предсказывающую производство молока в США. Модель основывалась на множестве макроэкономических переменных, связанных между собой сложными математическими уравнениями. Но нигде в данной модели не были учтены коровы. Однако если кто-нибудь задумается над тем, каким образом производится молоко, он обязательно обнаружит, что коровы являются совершенно необходимым элементом этого процесса»[1].

Термин «операционное мышление» ввел в оборот Барри Ричмонд, предложив под ним понимать, «…как в действительности [системы] работают»: «…не как они работают в теории, или же то, как мы подтягиваем немного алгебры для придания реалистичности полученным результатам»[2], а именно понимание того, как *обстоит дело в реальности*.

Исследователь Камило Олайя детализирует пример с коровами[3]. Со ссылкой на соответствующие научные исследования, посвященные проблемам прогнозирования производства молока, он приводит пример работ, в которых прогнозы строятся на основе сложных математических моделей, учитывающих такие факторы, как:

- технологический прогресс в отрасли производства молока[4];

---

[1] *Richmond B.* System thinking: critical system thinking skills for the 1990s and beyond // System Dynamics Review. 1993. 10 (2–3). P. 128.

[2] Ibid. P. 127.

[3] *Olaya C.* Models that include cows: The Significance of Operational Thinking // Paper presented on the 30th International System Dynamics Conference (2012).

[4] *El-Osta H. S., Morehart M. J.* Technology Adoption and Its Impact on Production Performance of Dairy Operations // Review of Agricultural Economics. 2000. 22 (2). P. 477–498.

- сезонные изменения[1];
- география расположения ферм[2];
- уровень образования фермеров[3];
- глобальное потепление[4] и ряд других.

Нужно ли говорить, что фактор «коров» в этих моделях не присутствует…

Проблема ли, что коровы *не являются переменной* в эконометрических моделях, претендующих на научную достоверность? В моделях, которые предлагают прогноз развития отрасли (!) Разве могут подобные модели претендовать на достоверность? А если представить, что значимые решения — например, по выделению государственных дотаций сельскохозяйственной отрасли — будут приниматься на основе подобных расчетов. Представим, что в основе нашего решения будет лежать статистическая модель, основанная на анализе данных прошлых периодов и экстраполирующая с определенными поправками данные на будущее.

Какой объем молока будет произведен в стране N в четвертом квартале третьего года, основываясь на анализе предыдущих периодов (см. таблицу)?

Период	**Объем производства, т молока**
1 квартал, год 1	90 000
2 квартал, год 1	92 000
3 квартал, год 1	89 000
4 квартал, год 1	95 000
1 квартал, год 2	91 000
2 квартал, год 2	94 000
3 квартал, год 2	87 000
4 квартал, год 2	94 000

[1] *Mkhabela T.* Estimates of the increase in milk production due to the introduction of maize silage to a daily farm in KwaZulu-Natal: A time-series approach // Agrekon. 2004. 43 (4). P. 484–491.

[2] *Ahmad M., Bravo-Ureta B.E.* An econometric Decomposition of Dairy Output Growth // American Journal of Agricultural Economics. 1995. 77 (4). P. 914–921.

[3] *Mariam Y., Coffin G.* Production Efficiency and Agricultural Technologies in the Ethiopian Agriculture // MPRA Paper 404, University Library of Munich, Germany. 1993.

[4] *Topp C.F.E., Doyle C.J.* Simulating the impact of global warming on milk and forage production in Scotland: the Effects on milk yields an grazing management of dairy herds // Agricultural Systems. 1996. 52 (2–3). P. 243–270.

Период	Объем производства, т молока
1 квартал, год 3	92 000
2 квартал, год 3	93 000
3 квартал, год 3	88 000
4 квартал, год 3	?

Если экстраполировать тренд, то ожидаемое производство молока в четвертом квартале третьего года составит приблизительно 94 000–96 000 т молока. Представим теперь, что в начале четвертого квартала случилась массовая эпидемия коровьего бешенства, и фермеры были вынуждены забить половину стада… Очевидно, что построенная модель производства молока будет просто не в состоянии это учесть, поскольку переменная «коровы» в ней отсутствует.

Потому модель по прогнозированию производства молока (рис. 2), *претендующая на достоверность,* должна учитывать прежде всего поголовье коров. Она может, конечно, учитывать и нюансы уровня образования фермеров, и последствия глобального потепления, и прочие факторы… но в основе модели должны быть как минимум (1) коровы, (2) надои и (3) фермеры. Модели производства молока «без коров» (рис. 1) являются следствием своего рода **линейно-корреляционного мышления**, столь свойственного нам сегодня (подробнее об ошибочности линейного мышления можно прочитать в главе 1, о корреляционном мышлении — в главе 4).

Однажды автору довелось стать свидетелем интересного опроса, который провел профессор Дмитрий Николаевич Кавтарадзе на одном из занятий по системному мышлению в рамках магистерской программы на факультете государственного управления МГУ им. М. В. Ломоносова. Иллюстрируя разницу между знанием и пониманием, он неожиданно попросил поднять руки слушателей, находящихся в аудитории, которые хотя бы раз летали на самолете. Каждый присутствующий на лекции поднял руку. Далее последовал второй вопрос — почему самолет летает. В аудитории из двадцати человек вверх поднялась только одна рука… Знать, что самолет летает, и понимать, почему именно он летает, — далеко не одно и то же. *Мы привыкли думать, что понимаем систему, однако мы можем быть очень далеки от реального понимания системы.* Между знанием и пониманием нельзя ставить знак равенства.

Не стоит недооценивать значение «операционного» мышления. Аналогичный пример можно привести из области государственных

Рис. 1. Линейно-корреляционное мышление при прогнозировании производства молока (учет таких факторов, как образование фермеров, технологический прогресс, расположение ферм, статистические данные, изменение климата и проч.)

Рис. 2. Операционное мышление при прогнозировании производства молока (фермеры — коровы — молоко — прибыль — реинвестирование в увеличение поголовья скота и повышение его продуктивности)

программ регионального экономического развития. Автору как-то попалась программа ускоренного экономического развития крупного российского региона. В основе программы лежала концепция создания свободных экономических зон. По замыслу авторов программы, достаточно было выделить в регионе несколько территорий с налоговыми льготами и подведенной инфраструктурой, как туда немедленно хлынет поток зарубежных инвесторов, которые построят там заводы и фабрики, создав сотни и тысячи новых рабочих мест. Если бы все было так просто!.. К сожалению, видение авторов госпрограммы не включало в себя анализ трудовых ресурсов, доступных в регионе (а ведь кто-то должен будет работать на планируемых производствах), необходимость масштабных инвестиций в близлежащую инфраструктуру (до «кластеров» надо как-то добраться), привязку к локальным рынкам сбыта (а в расчете на кого должно появиться производство? А почему именно в этом регионе?). Наконец, отсутствовал качественный анализ хозяйственной специализации региона... В итоге — серьезная по своему замыслу и потенциальному финансированию программа регионального развития не проработана с системной точки зрения и грозит превратиться в очередную «маниловщину».

Операционное мышление — это прежде всего *структурированное* мышление, которое может разложить любую проблему на четко взаимосвязанные элементы системы, «порождающие» проблему, и выявить основные точки управленческого воздействия на систему. Операционное мышление — это «ментальная» модель видения сложных систем на основе причинно-следственных (главы 2–3)

и «потоковых» (глава 4) диаграмм, вскрывающих суть исследуемой проблематики.

Операционному мышлению посвящены главы 1–2 данной работы, в которых вводятся такие понятия, как обратная связь, ментальные модели, причинно-следственные диаграммы, раскрываются основные типы нелинейного поведения сложных систем. В главе 3 демонстрируется, как изученный аналитический инструментарий можно успешно применить к анализу экономических и управленческих проблем — в частности, в исследовании эффектов возрастающей отдачи в экономике, в разработке стратегии организации, а также в других областях. В главах 4 и 5 рассмотрены основы имитационного моделирования (системная динамика в главе 4 и агентное моделирование в главе 5) с описанием простых имитационных моделей. Во второй части данного пособия собраны кейсы, наглядно демонстрирующие применение предложенного аналитического инструментария к различным проблемам в области бизнеса или государственного управления.

При подготовке учебного пособия автор преследовал несколько целей:

1) *продемонстрировать пагубность эмоционального и линейно-корреляционного мышления* для современного человека, и особенно — для современного руководителя;
2) *познакомить читателя с основами системного анализа в управлении,* а именно с перспективным прикладным аналитическим инструментарием — с причинно-следственными диаграммами обратной связи, системной динамикой, агентным моделированием;
3) *продемонстрировать на некоторых примерах потенциал системного анализа* для решения широкого спектра задач как в сфере государственного управления, так и в бизнесе. Для этого во второй части учебного пособия собраны восемь кейсов, каждый из которых подробно анализирует определенную проблематику с использованием инструментария причинно-следственных диаграмм либо имитационного моделирования;
4) *заложить некоторые методологические основы преподавания данной дисциплины*. Для этого, например, каждая из глав первой части имеет список рекомендованной литературы, список контрольных вопросов и задач (с ответами). Также в конце данного пособия прилагается подробная программа авторского семестрового курса «Основы системного анализа и имитационного моделирования в принятии управленческих решений», которая может быть полезна преподавателям, интересующимся данной проблематикой;

5) наконец, пробудить у читателя интерес к дальнейшему изучению системного анализа и имитационного моделирования.

Сегодня именно системное мышление и системный анализ становятся одним из наиболее ценных навыков успешного руководителя. В рамках науки управления данная тематика является поистине неисчерпаемой — по-видимому, и через много лет исследователи все еще будут открывать в ней что-то новое, что-то свое, приумножая знания по крупицам.

Автор надеется, что данная книга станет той отправной точкой, с которой у читателя начнется длинное и увлекательное путешествие.

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, у которого есть ясная система приоритетов и который 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, кото-

---

[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. N.Y.: Academic Press, 1979.

рый ввел в оборот известный ученый, лауреат Нобелевской премии по экономике 1978 г. Герберт Саймон[1]. Даже в случае умеренно сложной ситуации в процессе принятия решений ЛПР значительно упрощает картину мира, что способствует принятию далеко не самых оптимальных решений[2].

Современная экономическая реальность такова, что ЛПР вынужден принимать решения, действуя в рамках сложной и быстроменяющейся окружающей среды[3]. 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[4]. Согласно исследователю, для ситуации принятия решений в динамически сложной среде характерно следующее:

- необходимость принять несколько решений для достижения поставленной цели, каждое из которых должно рассматриваться в контексте остальных решений;
- принимаемые решения не являются независимыми: каждое последующее решение ограничено последствиями принятых ранее и в свою очередь накладывает ограничения на последующие решения;
- среда принятия решений изменяется как сама по себе, так и вследствие принимаемых решений;
- решения принимаются в реальном времени (т.е. непосредственно в процессе изменения среды принятия решений)[5].

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[6]. Далее специфика принятия решений в динамической среде изучалась

---

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

[2] *Hogarth R., Makridakis S.* Forecasting and Planning: An Evaluation // Management Science. 1981. Vol. 27. 2. P. 115–138.

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

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

[5] Ibidem.

[6] *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.

в различных областях: в поведении инвесторов на 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

---

[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.

системах, включавших в себя обратную связь, эффекты запаздывания во времени и нелинейное 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 контринтуитивности 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 противоположных по характеру управ-

---

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

ляющих 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 и т.п. Согласно Бремеру, после первой попытки управления системой эффективность испытуемых в среднем

---

[1] См.: *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.

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.

Система, представленная 22 уравнениями, была относительно сложной. Помимо неочевидных причинно-следственных связей между переменными присутствовал также эффект запаздывания:

---

[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.

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*.

Тест «Сложные системы»

– Вам предстоит важная встреча с руководителем сегодня в 10.30 утра. Он должен заслушать Вашу презентацию о перспективе развития компании, которую Вы готовили последние несколько недель.
– Вы встали как обычно с нормальным запасом времени. К сожалению, как назло ночью перегорела лампочка в ванной. Вам нужно срочно побриться перед встречей, для чего сначала нужно найти лампочку в ящике с инструментами (который завален вещами в кладовке) и заменить перегоревшую лампу (поиски и замена отнимают 15 минут драгоценного времени).
– Наскоро побрившись и одевшись, схватив портфель, Вы выскакиваете из квартиры, наспех захлопнув дверь.

---

[1] *Brehmer B.* System Design and the Psychology of Complex Systems / Eds. J. Rasmussen, P. Zunde. Empirical Foundations of Information and Software Science III. N.Y.: 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.

– Только выходя из подъезда, Вы вспоминаете, что связку ключей от машины и от дома Вы забыли на тумбочке в прихожей (Ваша дверь захлопывается автоматически).
– Ничего страшного — Вы обычно предусмотрительно носите дополнительную связку ключей в портфеле.
– И тут Вы вспоминаете, что недавно отдали ключи другу, который обещал присмотреть за квартирой и домашним питомцем, пока Вы будете отдыхать на даче на следующих выходных (*не сработавшая страховочная система-1*).
– Придется добираться на электричке. Вы бросаетесь на станцию, но по приходе узнаете, что из-за прошедшего ледяного дождя «по техническим причинам» все электрички на ближайшие 40 минут отменены (*не сработавшая страховочная система-2*).
– Вы бросаетесь на соседний автобусный вокзал в надежде добраться хотя бы на автобусе — но там уже автобус штурмует толпа опаздывающих на работу (*тесно взаимосвязанные события-1*).
– Вам удается втиснуться в автобус лишь с третьего раза… и само собой на переезде через МКАД обычная пробка еще длиннее (*тесно взаимосвязанные события*-2).

Вы звоните руководителю и извиняетесь, что не успеете вовремя. Вы понимаете, что квартальной премии, решение о которой должно быть принято до конца недели, Вам точно не видать.

* * *

Вопрос: *Что, по Вашему мнению, стало причиной опоздания?*

1. Досадная случайность (*перегоревшая лампочка*);
2. Нерационально структурированное ведение дел (*повлекшее слишком длительное время поиска лампочки в кладовке*);
3. Человеческая ошибка (*забытые ключи*);
4. Внешняя среда (*ледяной дождь и отмена электрички*);
5. Принцип, заложенный в созданной Вами системе (*самозахлопывающаяся дверь*);
6. Рутинные процедуры (*расчет на то, чтобы встать утром с обычным запасом времени*);
7. Недооценка графика (*назначение важной встречи рано утром, неучет возможных пробок/срывов расписания движения поездов*).

Не спешите с выводами — подумайте основательно. Вероятный правильный ответ представлен в конце данного раздела.

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 ре-

шения, 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 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 легкодоступную 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 начинает 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:

- недооценка и ошибочное восприятие эффектов обратной связи;
- упрощение реальности и выборочное использование информации;
- ограниченность по времени процесса принятия решений;
- 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 запазды-

---

[1] *Brehmer B.* Op. cit. 1987.

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

вания во времени и нелинейного поведения приводит к серьезным ограничениям 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. 2003. December. 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.

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], большая 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 при условии принятия идеальных по оптимальности решений: *небольшая начальная ошибка стреми-*

---

[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. L.; N. Y.: Routledge, 1997.

[2] *Svenson O., Maule A. J.* Time pressure and stress in human judgment and decision making. N. Y.: 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. N. Y.: Cambridge University Press, 1982.

тельно 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[12,]. 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 учитывали бы важную роль обратной связи и эффектов запаздывания.

Ответ на тест:

Все вышеперечисленное. Это пример наложения множества сложных систем — феномен взаимосвязанности разных систем друг с другом (*tightly coupled systems*).

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 реше-

---

[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.

ний 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?

1.2. 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

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

Функция «на входе» на рис. 1.1 формирует восприятие, которое затем сравнивается с целью системы; в случае расхождения («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 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 название «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 °С. Это обусловлено действием механизма обратной связи... Подоб-

---

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

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

ную 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 в. 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. Исследования Майера[8],

---

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

[2] См.: *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. N.Y.: 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.

[8] *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.

Кохрейна и Грэхема[1] 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[2]. 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[3].

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 др.[4]

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[5]. 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 научные идеи зачастую основывались на данной концепции»[6]. Анализ трудов известных ученых-экономистов (Адам Смит), социологов (Томас Мальтус, Джон Милль), философов (Гегель, Маркс), политологов (Валлерстайн) показывает, что обратная связь, пусть и неявно, широко присутствует в их размышлениях. Например, концепция обратной связи присут-

---

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

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

[3] *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. N.Y.: Agathon Press, 1968.

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

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

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

ствует в трудах Адама Смита при описании влияния 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[1].

Ученый-психолог Пауэрс[2] отмечал, что обратная связь представляет собой фундаментальный аспект человеческого поведения, которое формируется посредством действия эффектов обратной связи от собственных поступков индивидуума[3]. Джон Дьюи, известный американский философ-прагматист и педагог, еще в начале XX в. выявил, что процесс обучения основывается на обратной связи и описывается как повторяющийся цикл воображения, наблюдения, рефлексии и действия[4].

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 Н. Мааса[5], Н. Форрестера[6],

---

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

[2] *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.

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

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

[5] *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.

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

Г. Лоу[1], П. Сенге[2], Дж. Стермана[3], М. Радзицки[4], Э. Мокснеса[5], М. Салеха и П. Дэвидсена[6], Дж. Харви[7], Дж. Аткинсона[8], Х. Саида[9]. 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[10], Андерсона, Эрроу и Пайнса[11], Артура, Дюрлауфа и Лэйна[12] и др.

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, в русскоязычной литературе известный как «План-Действие-Проверка-Исполнение»)[13].

---

1 *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.

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

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

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

5 *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.

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

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

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

9 *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.

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

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

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

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

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 «*контринтуитивным поведением социальных систем*» (counterintuitive behavior of social systems). Существует немало исследований, описывающих феномен контринтуитивного 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)[1];
- внедрение информационных технологий не привело к появлению безбумажных офисов — в действительности, более эффективная и быстрая обработка информации способствовала значительному увеличению потребления бумаги[2];
- массовое применение антибиотиков привело к тому, что возбудители вирусных инфекций стали мутировать, и, таким образом, способствовало появлению новых поколений вирусов[3];
- строительство дорог не решает проблемы трафика в городах — со временем пробки лишь увеличиваются[4];
- 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), охотящихся на вредителей, что привело к заражению всей пищевой цепочки (умирали хищники, поедавшие зараженных птиц, съевших зараженных насекомых)[5].

---

[1] *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.

[2] *Tenner E.* Why Things Bite Back: Technology and the Revenge of Unintended Consequences. N. Y.: Knopf, 1996.

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

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

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

Сложные системы: контринтуитивное поведение

Ряд примеров контринтуитивного поведения систем из области экологии:

1. Распространение американской норки

Страна: **СССР**

Ситуация: 1923 г.— завоз американских норок для разведения. С 1928 г. они были выпущены в природу. К 1960 г. образовалось нескольких крупных очагов обитания американских норок. Вследствие биологических преимуществ (размер, сила, возможность скрещиваться с особями европейской норки) американские особи стали активно вытеснять европейскую норку.

Последствия: К настоящему времени американская норка вытеснила европейскую в ряде регионов и продолжает расширять свои владения.

2. Разведение кроликов в Австралии

Страна: **Австралия**

Ситуация: В 1787 г. был впервые осуществлен завоз популяции кроликов на континент.

Последствия: Поедание кроликами травы привело к деградации растительности континента, выдуванию и размыванию плодородного слоя почвы. В результате этого произошло катастрофическое снижение продуктивности пастбищ уже в начале XIX в. Кроме того, у овец случались многочисленные травмы ног из-за кроличьих ям. Возник риск угрозы овцеводству, в то время одной из главных отраслей экономики страны. Попытки истребления кроликов не привели к успеху. В 1950 г. для борьбы с кроликами была применена вирусная инфекция, в результате которой за 2–3 года популяция сократилась впятеро, что позволило взять ее под контроль.

3. Появление собаки в Австралии

Страна: **Австралия**

Ситуация: Приблизительно более 40 000 лет назад человек и собака достигли Австралии.

Последствия: Исчезновение почти всех местных хищников и крупного размера животных.

4. Распространение нильского окуня

Страна: **африканские страны**

Ситуация: В 1960 г. британские колонисты запустили в воды озера Виктория нильского окуня, который быстро размножался и рос, достигая веса в 40 кг и длины 1,5 м.

Последствия: Исчезновение почти всех местных хищников и крупного размера животных. Нильский окунь стал поедать много растительноядных рыб. На тот момент в озере обитало около 300

видов цихлид, что уже в 1970–1980-е гг. привело к резкому падению их численности (улов цихлид сократился в 6 раз). Вследствие сокращения растительноядных рыб озеро стало зарастать водными растениями. Сильно размножившись, растения стали загнивать, отравляя воду, что привело к появлению в озере мертвых зон с отравленной водой. Другим последствием стала вырубка лесов вдоль берегов озера, так как для копчения нильского окуня требовалось много дров. Обезлесивание привело к эрозии почв, а эрозия — к снижению плодородия полей. Низкое плодородие почв отрицательно сказалось на урожайности культур, выращиваемых местными фермерами,— многие разорились.

5. Борьба с малярией на о. Борнео

Страна: **остров Борнео**

Ситуация: В середине 1950-х гг. 9 из 10 жителей Северного Борнео (современный Бруней) заболели малярией. В 1955 г. по решению Всемирной организации здравоохранения на острове начали распылять диелдрин (пестицид) для борьбы с комарами — переносчиками малярии. Болезнь была побеждена, но…

Последствия: От диелдрина погибли многие насекомые, включая мух и тараканов. Далее погибли ящерицы, наевшись отравленных насекомых. После чего погибли кошки, наевшись ящериц. В отсутствие кошек стали размножаться крысы — начались набеги на деревни, вскоре возникла угроза эпидемии чумы. Для борьбы с крысами ВОЗ пришлось сбрасывать на остров на парашютах… кошек. Дополнительным побочным последствием стало массовое обрушение крыш домов жителей острова: от диелдрина погибли осы и другие насекомые, питавшиеся гусеницами, что привело к резкому росту популяции последних, личинки которых проедали ходы в листьях, которые жители острова использовали как материал для кровли крыш.

Источник: Вокруг света. 2011. № 3 (2846); *Тайлер М.* Жизнь в окружающей среде. М.: Прогресс, 1993.

Рис. 1.2. Пример замкнутого контура обратной связи в экологии

Фактически любое контринтуитивное 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*[1].

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.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 на рис. 1.3.

Рис. 1.3. Схема линейного управленческого мышления

«Сопротивление» и «сбои» — то, что специалисты по системной динамике называют «контринтуитивным» 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 ограниченного 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 временной протяженности.

---

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

Например, в середине 1990-х гг. 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 бы 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 измерять то, что *поддается* измерению, а не то, что *необходимо* измерять). На этот счет есть хорошая английская поговорка: «Out of signt, out of mind» (досл. «Если не вижу (что-то), то и не думаю (об этом)»).

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[2].

Применительно к сложным системам не работает традиционный для нас логический метод индукции. Так отмечает российский специалист в области теории катастроф А. В. Турчин[3]:

---

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

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

[3] *Турчин А. В.* Структура глобальной катастрофы: Риски вымирания человечества в XXI веке. М., 2011.

Индукция как логический метод состоит в предположении, что если некое утверждение верно в моменты 1, 2, 3, ... N, то оно верно и при N+1 (или при всех N). Оно не обладает абсолютной логической достоверностью, но дает хорошие результаты при очень больших N и гладких условиях. Например, все физические законы основаны на конечном количестве экспериментов, т. е. возникли в результате индукции. Индукция как логический метод имеет границы применимости. Она неприменима в ситуациях, когда будущее не похоже на прошлое. Иначе говоря, мы не можем на основании того, что нечто было в прошлом всегда, сказать, что так будет и в будущем.

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 контринтуитивного поведения систем: нефть в обмен на продовольствие?

Наглядным примером контринтуитивного 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: 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 продо-

вольствие. 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.

Источник: 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. Наглядным образцом самовоспроизводящейся системы может служить пример, описанный в книге Питера Сенге «Пятая дисциплина: искусство и практика построения самообучающейся организации»[2], известный в классической литературе по системной динамике как «гонка вооружений».

Рис. 1.4. Печальные последствия игнорирования эффектов обратной связи
Источник: Radzicki M., Taylor R. Introduction to System Dynamics. US Department of Energy. 1997. http://www.systemdynamics.org/DL–IntroSysDyn/start.htm

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

[2] *Senge P.* The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. N.Y.: Doubleday, 1990.

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, Соединенные 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. 1.5).

Рис. 1.5. 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 экономических ресурсов, препятствующая дальнейшему наращиванию военного потенциала, является наглядным примером балансирующего контура обратной связи, которая стремится вернуть систему в положение устойчивого равновесия.

Рис. 1.6. График экспоненциального роста на примере гонки вооружений

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 (роль положительной и отрицательной обратной связи в управлении более подробно рассматривается в главе 3).

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.

Пример контринтуитивного 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 огра-

ниченным 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 1960–1970-е гг., — 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.

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

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

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

1.3. 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 Уиттингто-

---

[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.

ном[1], 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;
2) эволюционный подход: организация как экосистема;
3) процессный подход: организация как живой организм[2].

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»[3].

---

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

[2] *Morgan G.* Images of Organization. Beverly Hills, CA: Sage Publications, 1986.

[3] *Van der Heijden K.* Scenarios: The Art of Strategic Conversation. Second Edition. P. 23.

Однако в реальности это далеко не всегда достижимо. На практике компании время от времени сталкиваются с ситуациями, когда период сравнительной стабильности и предсказуемой 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. 1.7.

Рис. 1.7. 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 стратегических изменений вследствие так называемого кризиса восприятия: из-за невозможности вовремя выявить и предугадать новые направления развития, будучи замкнутыми на устаревшие реалии[4].

---

[1] *Johnson G., Scholes K.* Exploring Corporate Strategy (6th ed.). L.: 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).

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

Рациональная парадигма «предвидения и контроля» не позволяет предугадать и эффективно справиться с последствиями стратегических перемен и турбулентной внешней среды[1]. 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[2]. 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 «возникающая стратегия», когда серия событий и предпринятых организацией действий в ретроспективном анализе интерпретируется как «стратегия»[3]. «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 радикальные 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 вероятност-

---

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

[2] *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.

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

но-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 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, 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, солда-

---

[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.

ты 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[1] (рис. 1.8).

Рис. 1.8. Модель односторонней петли обучения организации

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 собой компромисс между рациональным и эволюционным направлениями.

---

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

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. 1.9.

Рис. 1.9. Традиционная схема процесса обучения на основе анализа обратной связи с учетом ментальных моделей

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 явлений повседнев-

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

ной 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 петли обратной связи*[3] (double-loop learning, рис. 1.10). 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*[4]. 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 группо-

---

[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.

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

[4] *Forrester J. W.* Counterintuitive behavior of social systems // Technology Review. 1971. Vol. 73. 3. P. 52–62.

Рис. 1.10. Двойная петля организационного обучения

вому обучению, лежащему в основе 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 подчеркива-

---

[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.

ет 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[1].

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[2]. В частности, на протяжении многих десятилетий XX в. так называемая большая тройка автомобилестроителей из Детройта, куда входили General Motors, Ford и Chrysler, считала, 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[3].

---

[1] *De Geus A.* Planning as learning // Harvard Business Review. 1988. Vol. 66. 2. P. 70–74.

[2] *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.

[3] *Mitroff I.* Break-Away Thinking: How To Challenge Your Business Assumptions. N. Y.: John Wiley, 1988.

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 «интеллектуальные (когнитивные) карты» (mental maps) — *карты восприятия* менеджерами модели функционирования организации[1]. 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 информацию, 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[2], Д. Брайсона[3] и др.

Синтезированные воедино идеи из индивидуальных карт восприятия помогают составить «*коллективную карту восприятия*» (рис. 1.11). 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

---

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

[2] *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.

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

Рис. 1.11. От индивидуальных ментальных моделей к коллективным

самых умных своих членов по отдельности[1]. 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 большим преимуществом карт восприятия является возможность избежать двух важных крайностей управленческого 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[2], в информационных системах[3], разработке стратегии организации[4], в политическом анализе[5], в принятии решений[6]. И хотя существует множество разновидностей интеллектуальных карт,

---

1 *Surowiecki J.* The wisdom of crowds. N.Y., NY: Anchor Books, 2005.

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

3 *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.

4 *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. L.: Sage, 1998.

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

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

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[1];
2) выявить критические точки (рычаги), на которые следует воздействовать для достижения поставленных целей[2];
3) оценить возможные последствия и риски внедрения той или иной стратегии[3];
4) эффективно сформулировать и транслировать по коммуникационным каналам стратегию компании;
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 серьезной 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 мо-*

---

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

[2] *Kaplan R.S., Norton D.P.* How strategy maps frame an organization's objectives // Financial Executive. 2004. Vol. 20. 2.

[3] *Card D.N.* Learning from our mistakes with defect causal analysis // IEEE Software. 1998. Vol. 15. 1. P. 56–63.

делей 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 г.: 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 г. — доктор Ланкастер проводит эксперимент в течение путешествия в Восточную Индию. На одном корабле команда получает 3 грамма лимонного сока в день. На других трех 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 г. — 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 г. — британский морской флот начинает использовать лимонный сок в своем рационе. Цинга исчезает;
- 1865 г. — британская Торговая палата делает обязательным использование лимонного сока на кораблях. Цинга исчезает и с торгового флота.

Таким образом, весь процесс от гипотезы до результата обучения занял 265 (!) лет.

О разности ментальных моделей…(и логике рассуждения)

Разные ментальные модели зачастую являются следствием разных подходов к мышлению даже в одной и той же ситуации.

Во время беседы специалистов о логическом мышлении, среди которых находились инженер, ученый-теоретик и философ, один из них задал вопрос: «Если два трубочиста выбрались из дымохода и у одного из них лицо грязное, а у другого чистое, то кто из них пойдет умываться?». Инженер сразу же ответил: «Трубочист с грязным лицом». Ученый-теоретик сказал, что он с ним не согласен, так как мыться пойдет трубочист с чистым лицом — он увидит грязное

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

лицо своего товарища и подумает, что у него самого оно тоже грязное; трубочист же с грязным лицом увидит чистое лицо своего товарища и решит, что его собственное лицо тоже чистое.

Однако в поддержку инженера выступил философ, который считал, что когда трубочист с чистым лицом пойдет в ванную комнату, как правильно рассудил ученый, трубочист с грязным лицом спросит его, куда он направляется. Трубочист с чистым лицом скажет, что идет умываться, и тогда товарищ поинтересуется, зачем он это делает, имея чистое лицо. Трубочист с чистым лицом ответит ему: «Но ведь у тебя же оно грязное». Следовательно, умываться пойдет именно трубочист с грязным лицом».

Источник: *Акофф Р.* Искусство решения проблем. М.: Мир, 1982. С. 112.

Сложные системы: барьеры на пути социального обучения

Несколько примеров трудностей социального обучения представлено ниже.

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 (см. врезку о взаимосвязанности сложных систем).

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 изме-

Открытие И. Ф. Земмельвейса

В первой половине XIX в. смертность среди рожающих женщин доходила до 30–50%. В 1847 г. молодой врач из Вены Игнац Земмельвейс открыл тайну родильной лихорадки: сравнивая данные в двух различных клиниках, он пришел к выводу, что виной этому заболеванию служит неаккуратность врачей, осматривавших беременных, принимавших роды и делавших гинекологические операции нестерильными руками и в нестерильных условиях. Земмельвейс предложил мыть руки не просто водой с мылом, но дезинфицировать их хлорной водой. Его предложение не было принято при его жизни: Земмельвейс умер в 1865 г., через 18 лет после своего открытия, хотя его правоту было чрезвычайно просто проверить на практике. Более того, оно вызвало волну неприятия и резкой критики со стороны его коллег врачей, которые, согласно выводам Земмельвейса, несли прямую ответственность за гибель рожениц. Земмельвейса выгнали с работы, его письма ведущим врачам и в ведущие клиники остались без ответа, написанная им позже книга была фактически проигнорирована медицинским сообществом.

Развить и внедрить открытие Земмельвейса, обосновав общие принципы антисептики, удалось Листеру спустя почти 20 лет после выводов, сделанных Земмельвейсом. Интересно, что даже после признания фактической правоты Земмельвейса и распространения принципов дезинфекции оставались клиники, отвергающие это открытие: так, в пражской школе врачей, где смертность в то время была наибольшей в Европе, открытие признали лишь спустя 37 лет после того, как оно было сделано.

Неэвклидовая геометрия Н. И. Лобачевского

11 февраля 1826 г. в Казани Н. Лобачевским было впервые в мире публично доложено о рождении совершенно новой геометрии, получившей название неэвклидовой. Однако собравшиеся ничего не поняли, решив, что это бредни, лишенные всякого смысла. Комиссия из трех профессоров не дала никакого отзыва, а само сочинение было утрачено и не найдено до сих пор. До конца своей жизни Лобачевский у себя на родине не встречал понимания, оставаясь непризнанным ученым, «известным казанским сумасшедшим». Лишь в 1868 г. (спустя 42 года после первого публичного представления) в «Математическом сборнике» появилась статья, содержащая первый в России осторожный, но благоприятный отзыв о трудах Лобачевского… 17 февраля 1867 г. (через одиннадцать лет после смерти Лобачевского) декан физико-математического факультета М. А. Ковальский ходатайствует перед советом университета об издании собраний сочинений ученого.

Источник: Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности. Минск: Беларусь, 1994.

нений (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. *Зависимость от предыдущей траектории развития* (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 (подробнее об этом в главе 3).

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

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

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 1978 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

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

Рис. 1.12. Собственная зарисовка Хофстеде части его ментальной модели

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

охватить всю сложность проблемы. В результате, сталкиваясь в реальности с необходимостью принимать сложные решения, люди значительно упрощают реальность (рис. 1.12). 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, варьиру-

ющийся в пределах от нескольких сантиметров до 2–3 метров. В действительности же сложенный 42 раза лист бумаги имел бы ширину, превышающую 440 тыс. км.

Герберт Саймон

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].

---

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

Сложные системы: взаимосвязанность

К вопросу о тесной взаимосвязанности элементов сложных систем и непредсказуемости последствий…

Ниже представлен примерный сценарий развития событий при массовой продолжительной забастовке водителей-дальнобойщиков в США.

В течение первых 24 часов:

- Прекратится подача медицинских товаров в затронутые забастовкой водителей районы.
- Госпитали в течение нескольких часов лишатся ряда важных лекарств и приборов.
- Заправки постепенно начнут истощаться и вскоре станут непригодными к использованию.
- Производители, пользующиеся системой «точно вовремя» (*just-in-time*), будут вынуждены остановить конвейер.
- Доставка всех видов почты будет прекращена.

Через 1 день:

- Начнутся перебои с подвозом продовольствия.
- Остро ощущается нехватка бензина: у заправок выстраиваются длинные очереди, быстро растут цены на топливо.
- Без необходимых производственных компонентов начнут закрываться заводы и люди будут отправлены в бессрочный отпуск.

Через 2–3 дня:

- Ощутимая нехватка продовольствия, особенно на фоне разрастающейся паники населения.
- В магазинах начнут пропадать предметы первой необходимости: *бутилированная вода, порошковое молоко, мясные консервы*.
- В банкоматах закончится наличность, а банки не смогут проводить транзакции.
- На заправках полностью закончится топливо.
- Мусор начнет скапливаться в городских зонах.
- Суда с контейнерами не будут разгружаться в портах, остановятся и железнодорожные перевозки.

Через 2 недели:

- В масштабах страны начнет истощаться запас чистой воды.

Через 4 недели:

- В масштабах страны будет истощен запас чистой воды — в результате начнется вспышка гастроэнтерологических заболеваний, усугубляя и без того тяжелое положение людей.

Источник: Holcomb R. When Trucks Stop, America stops. American Trucking Association. 2012. www.trucking.org

Bernice Lee and Felix Preston, with Gemma Green. Preparing for High-impact Low-probability Events: Lessons from Eyjafjallajokull. A Chatam House Report. January 2012. www.chatamhouse.org

Данный отчет представляет собой интересный анализ последствий извержения вулкана в Исландии в 2009 г., на некоторое время парализовавшего авиаперевозки в мире. Некоторые выводы отчета интересны в контексте изучения сложных систем:

- Маловероятные события со значительными последствиями *невозможно предугадать* (множество рисков, каскадные эффекты, но ограниченные возможности ответных мер).
- Необходимо внедрять *гибкие быстроадаптируемые структуры* по принятию скоординированных решений.
- Решения должны приниматься только с привлечением ученых и технических экспертов в соответствующих областях.
- Бизнесу необходимо оценить потенциальные последствия от такого рода событий, *имея план действий на случай длительных системных сбоев* (например при нарушении работы транспортно-логистической инфраструктуры).

Далее в отчете приводится интересный пример ограниченной рациональности в области восприятия рисков аварий на атомных станциях: **Фукусима — некорректная оценка вероятности катастрофы?**

Для оценки вероятности катастрофы на ядерной станции в отрасли применяется оценка риска согласно подходу Probabilistic Safety Assessment (PSA). В рамках данного подхода измеряется риск аварий как вероятность наступления аварии за определенное количество лет использования ректора. Например, считается, что вероятность аварии на современном реакторе составляет **5,2 × 10 в минус седьмой степени** (т. е. около пяти случаев на 10 миллионов лет работы). В будущем безопасность реакторов планируют довести до **3,9 × 10 в минус восьмой степени** (т. е. около четырех случаев на 100 миллионов лет работы).

Фукусима: расчетная таким образом вероятность аварии составляла несколько случаев на 4–5 млн лет — величина, которая кажется незначительной.

Вероятность по факту: экспертами признается три крупных аварии в атомной энергетике — Three Mile Island (США, 1979), Чернобыль (1986), Фукусима (2011). Накопленное время работы всех реакторов в мире — около 15,000 реакторов-лет. Соответственно, аварии случаются каждые 5,000 реакторов-лет, т. е. в среднем в 20 раз чаще, чем согласно расчетам.

Вывод: значительная недооценка человеком даже казалось бы хорошо изученных рисков.

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. Сегодня особенно востребованной становится прогностическая функция системной динамики.

Ограниченная рациональность…
даже в сложных математических моделях

Даже сложные математические модели далеко не всегда являются панацеей при анализе сложных систем. Любая математическая модель построена людьми (пусть даже исключительно умными), которым свойственна «ограниченная рациональность». Ниже приведены выдержки из статьи Д. Фридмана (D. Freedman) «Формула экономической катастрофы» (журнал «В мире науки», 2012, № 1), убедительно доказывающая данный тезис. Управленцам следует помнить, что к любым моделям следует относиться критически.

«Финансово-экономический кризис в 2008 г. поверг мир в рецессию, из которой не удалось выбраться до сих пор. Причин его возникновения множество. Одна из них — математические модели. Инвестиционные компании разработали такие сложные пути вложения денег своих клиентов, что для оценки рисков были вынуждены полагаться на формулы, с трудом поддающиеся пониманию. Однако… и формулы, и модели очень слабо отражали реальный мир, а иногда могли быть дезориентирующими…

Почему же модели рисков в 2007 и 2008 г. оказались несостоятельными? … Предполагалось, что они описывают сложные взаимодействия многих рыночных сил, включая флуктуации на рынках, изменения процентных ставок, а также цены различных акций, облигаций, опционов и других финансовых инструментов. Даже если это и соответствует действительности, в данных моделях не учитывалась возможность одного важного сценария: что произойдет, если все одновременно захотят продать свои пакеты акций. А именно это и случилось в сентябре 2008 г., когда правительство США решило не выручать Lehman Brothers. Согласно моделям, риск дефолта любой крупной организации на весь 2007 г. был минимален. Однако… они не учитывали одну важную переменную… ликвидность, или способность рынка держать баланс между покупателями и продавцами. Пренебрежение ключевой переменной — серьезная проблема: уравнение, показывающее риск опоздания авиарейса, не может быть надежным, если в нем отсутствует математический член, учитывающий задержку по метеоусловиям. Пренебрежение ключевой переменной представляется вопиющей ошибкой, но уче-

ные совершают ее постоянно. Они *либо не знают, что такая переменная играет ключевую роль, либо не понимают, как ее учесть* (курсив автора). Такая же проблема наблюдается в климатологии, где в моделях часто отсутствует переменная, учитывающая влияние облаков... Облака на 60% определяют погоду, но при моделировании ими обычно пренебрегают... Если вы не можете смоделировать фактор, так сильно влияющий на результат, то вам приходится решать произвольно, насколько можно доверять полученному результату». Подобные проблемы возникают во множестве ситуаций.

...В случае моделей финансовых рисков учесть неликвидность непросто, поскольку она обычно гораздо более нелинейна, чем обычное поведение цен... рынки переходят от высокой ликвидности к полной неликвидности в мгновение ока... Неликвидность непредсказуема в принципе».

...К сожалению, вышеописанный аспект — не единственная серьезная проблема. В моделях финансовых рисков упор делается на риски отдельной организации... Но... данное допущение оказалось ошибочным. В системе, где риск несостоятельности каждого отдельного из множества независимых компонентов мал, системным риск может быть очень высоким.

Рис. 1.13. Сложные системы подобны айсбергу: видимое на поверхности составляет лишь малую часть целого. Мы можем лишь незначительно воздействовать на систему, если корректирующие меры происходят на уровне видимых событий (поверхностный уровень)

Источник: Фридман Д. Формула экономической катастрофы // В мире науки. 2012. № 1. С. 57–60.

Одним из успешных примеров долгосрочного прогноза являются исследования последствий процесса долгосрочного (50 лет) перехода США от использования нефтегазовых ресурсов к возобновляемым источникам энергии, проведенные Джоном Стерманом (John Sterman), руководителем группы по системной динамике при Слоановской школе бизнеса Массачусетского технологического института[1]. Построенная им модель энергетического сектора и ее вли-

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

яние 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 энергии 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 секторы — 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.

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?

1.4. 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 1950-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 — «системность» и «динамика». Понятие «системность» является важным в понимании сути системной динамики, утверждающей, что мир вокруг нас представляет собой совокупность сложных социальных систем с нелинейным поведением и зачастую неочевидной динамикой взаимодействия. Понятие «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 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.

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 большую 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 управленческих 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 и в начале 1960-х гг. 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. ее методы были опробованы в управлении городом. Благодаря знакомству Форрестера с Джоном Коллинзом (John Collins), бывшим мэром Бостона, назначенным профессором Школы городского управления

Массачусетского технологического университета (Urban Affairs at MIT), в котором уже преподавал Форрестер, стало возможно 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 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 челове-

---

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

чества. Конечно, Форрестер ответил утвердительно.

Джей Форрестер

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. Согласно данной модели, в случае если человечество не предпримет радикальных шагов по сокращению эксплуатации ресурсов планеты, XXI в. 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 большую мировую известность, чем «Мировая динамика» Форрестера. По мнению

Барьеры на пути системного мышления (часть I)

Системное мышление уже известно достаточно давно — как минимум, с 1970-х гг. системную динамику активно преподавал Джей Форрестер в Слоановской школе менеджмента в MIT. С 1990-х гг. системное мышление (в виде причинно-следственных диаграмм и архетипов систем) получило широкое распространение в популярной литературе по менеджменту благодаря книге Питера Сенге «Пятая дисциплина». С середины 1990-х гг. появилось множество других замечательных книг, посвященных данному вопросу, однако, несмотря на это, подавляющее большинство управленцев, равно как и выпускников российских и зарубежных программ MBA, имеют весьма смутное представление о системном мышлении. В чем причина этого?

Интересный ответ на этот вопрос дает известный американский ученый-исследователь в области управления Рассел Акофф (Russell Ackoff):

«Существует множество причин, почему многие организации не могут перенять практику системного мышления, однако… одна из главных причин заключается в причине, по которой организации вообще не могут перенять любую идею, несущую значимые изменения, а не только системное мышление как таковое.

Начиная с детского сада и далее в школе и в университете считается, что совершать ошибки плохо. За ошибки наказывают. Более того, обычно мы не прикладываем никаких усилий, чтобы чему-то научиться из совершенных нами ошибок. Когда мы заканчиваем обучение и начинаем работать, наш работодатель также дает явно понять, что ошибки это плохо… Обычно менеджеры смеются, когда я им рассказываю об организации, которая выдавала ежегодные премии за лучшие ошибки, совершенные в прошлом году. Это те ошибки, совершив которые они многому научились. Когда Август Буш III был исполнительным директором компании Anheuser-Busch, он однажды сказал своим вице-президентам: «Если вы не сделали серьезных ошибок в прошлом году, вы, вероятно, плохо делали свою работу, так как вы не предприняли ничего нового. Нет ничего плохого в том, чтобы сделать ошибку, однако если вы совершите одну и ту же ошибку дважды, вы, скорее всего, не будете здесь работать в следующем году». И он был прав: ошибки нужно прощать, если мы можем извлечь из них что-то ценное.

Мы не можем познать что-либо новое, просто делая все как обычно правильно. Мы уже знаем, как это делать… Мы можем учиться на базе ошибок, если мы их выявляем и своевременно корректируем. Таким образом, организации и люди, которые никогда не признают ошибок, никогда не учатся. Это же справедливо и для тех, кто всегда пытается переложить ответственность за ошибки на других, избегая возможности научиться.

Источник: Russell Ackoff. Why few organizations adopt system thinking.

Барьеры на пути системного мышления (часть II)

...Необходимо разграничивать два типа ошибок: ошибки от «неделания» (errors of omission) и ошибки «делания» (errors of commission). Ошибки делания возникают, когда организация или люди делают то, чего не следовало бы делать... Ошибки неделания — когда организация или люди не делают того, что было бы необходимо сделать. Из этих двух типов ошибок именно ошибки неделания наиболее важны. Почти всегда закат и падение организаций возникает именно вследствие того, что что-то не было сделано... Ключевой факт заключается в том, что западная система учета основывается в основном на мониторинге ошибок делания, которая является как раз менее важной. Следовательно, в организации, которая совершает ошибки [обоих типов], только ошибки делания выявляются и учитываются, менеджмент будет волноваться только по поводу данного типа ошибок. Поскольку ошибки неделания не учитываются, они часто остаются незаметны. А если все-таки они выявляются, то ответственность за них редко будет четко определена. В этой ситуации управленец, который хочет иметь как можно меньше проблем, будет просто-напросто нацелен либо на минимизацию ошибок делания или же на перенос ответственности от своих ошибок на кого-то другого. И лучший способ этого заключается в том, чтобы вообще ничего не делать или же делать минимум необходимого. Это является ключевой причиной, почему организации не совершают значимых изменений.

Источник: Russell Ackoff. Why few organizations adopt system thinking.

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 нескоро, она дала положительный эффект, поскольку позволяет

исследовать взаимосвязь между сотнями элементов экономической системы 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».

Неслучайно 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. Существуют

Барьеры на пути системного мышления (часть III)

Акофф дает интересный пример из собственного опыта консультирования ведущей компании США. Как-то однажды его попросили организовать двухдневный тренинг по системному мышлению для менеджмента компании (всего планировалось участие более 200 слушателей). Для продуктивного занятия было решено разбить аудиторию на классы по 20 человек и сделать это таким образом, чтобы сначала занятие было проведено для младших вице-президентов, потом для вице-президентов среднего уровня, далее для старших вице-президентов и, наконец, для высшего управленческого звена компании.

В конце первой сессии один из младших вице-президентов обратился к лектору со словами: «Это великолепные идеи. Я бы хотел их использовать, но вы рассказываете не тем людям. Я не могу их применять на практике без одобрения своего босса. У вас будет возможность их представить ему?». После утвердительно ответа, он заверил Р. Акоффа, что непременно переговорит со своим руководителем по этому поводу сразу после того, как тот закончит тренинг. Предоставим слово Расселу Акоффу:

«В группе с вице-президентами среднего уровня был поднят этот же вопрос. Они сказали мне, что хотели бы использовать в работе системное мышление, но не могут сделать это без одобрения своего руководителя. В очередной раз я сказал им, что их руководители также будут иметь возможность прослушать этот курс… В следующих двух сессиях со старшими вице-президентами был поднят этот же вопрос. Они спрашивали, будет ли у меня возможность представить эти идеи их исполнительному директору и его команде. Я ответил утвердительно. Я с нетерпением ждал реакции на эти идеи исполнительного директора.

В конце семинара, на котором присутствовал исполнительный директор, он обратился ко мне со следующими словами: “Это великолепные идеи. Я бы хотел их использовать на практике. Но я не могу сделать это без одобрения и поддержки своих сотрудников. У вас будет возможность представить их им?”. Это была типичная организация, в которой ключевым принципом деятельности был принцип “прикрой себя”. Применение этой парадигмы сформировало менеджмент, который стремился минимизировать свою ответственность за принятые решения. В результате получилась парализованная организация, которая практически никогда не инициировала ничего нового, не говоря уже об инновациях. Она внедряла изменения, только когда ее принуждали к этому конкуренты».

Источник: Russell Ackoff. Why few organizations adopt system thinking.

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. 1.14 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).

Рис. 1.14. Области приложения системной динамики и других видов имитационного моделирования

Источник: XJ Technologies, www.xjtek.com

---

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

Существует множество успешных примеров применения системной динамики в самых различных областях — от моделирования сложной логистики и цепей поставок[1], 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;
- *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.;

---

[1] См.: *Суслов С.А.* Имитационная модель — уже вполне обычная составная часть логистики // Логистика. 2012. № 2.

- *государственное/некоммерческое управление*: среди огромного количества успешных исследований в этой области следует 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, моделирование антикоррупционной проблематики[3] 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.

---

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

[2] См.: *Лычкина Н.Н.* Системы принятия решений в задачах социально-экономического развития регионов // Компьюлог. 1999. № 2 (32). С. 11–18; *Лычкина Н.Н.* Имитационное моделирование экономических процессов: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2011.

[3] См.: *Солодов В.В.* Имитационное моделирование механизмов государственной антикоррупционной политики // Государственное управление. Электронный вестник. 2011. Вып. 28. Сентябрь.

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 развитием 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. 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.

---

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

Таким образом, «микромир» представляет собой имитационный тренажер, «интеллектуальный полигон», на котором участник эксперимента может тестировать различные решения в поисках оптимального результата.

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 др. Несколько известных микромиров разработал Ким Уоррен, профессор Лондонской школы бизнеса: среди них симулятор 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 др. 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 им. М. В. Ломоносова — на факультете государственного управления, на экономическом и биологическом факультетах, — причем на не-

---

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

[2] См.: *Кавтарадзе Д. Н.* Обучение и игра. Введение в активные методы обучения. М.: Просвещение, 2009; *Кавтарадзе Д. Н.* Мастерская игр: ремесло и искусство. М.: Акрополь, 2013.

[3] См.: *Крюков М. М.* Эколого-экономическое имитационное моделирование: методический аспект. М.: ТЕИС, 2006; *Крюков М. М., Крюкова Л. И.* Принципы отражения экономической действительности в деловых играх. М.: Наука, 1988.

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

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

которых из них практика проведения имитационных игр в контексте экономического и экологического образования насчитывает вот уже более двух десятков (!) лет.

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*.

* * *

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.

Глава 2

ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ: 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]

Философский словарь под редакцией И. Т. Фролова предлагает несколько иное определение понятия «система»:

«Система — совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой и образующих определенную целостность, единство... Понятие Система органически связано с понятиями целостности, элемента, подсистемы, связи, отношения, структуры. Для Системы характерно не только наличие связей и отношений между образующими ее элементами (определенная организованность), но и неразрывное единство со средой, во взаимоотношениях с которой проявляется ее целостность...»[2]

Это определение можно дополнить принципами, описывающими понятие *системы*[3]:

- принцип целостности: принципиальная несводимость свойств системы к сумме свойств составляющих ее элементов и невыводимость из последних свойств целого;
- структурности: возможность описания системы через установление ее структуры, т.е. сети связей и отношений, обусловленность поведения системы не столько поведением ее отдельных элементов, сколько свойствами ее структуры;

---

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

[2] Философский словарь / под ред. И. Т. Фролова. 7-е изд., доп. М.: Республика, 2001.

[3] См.: Новая философская энциклопедия: в 4 т. / под ред. В. С. Степина, Г. Ю. Семигина. Т. 3. М.: Мысль, 2010.

- иерархичности: каждый компонент системы в свою очередь может рассматриваться как система, а исследуемая система представляет собой один из компонентов более широкой системы.

Введя понятие *системы*, можно перейти к определению имитационного моделирования. 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 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].

---

[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.* Указ. соч. С. 13.

[4] См. там же.

2.1. Причинно-следственные диаграммы как инструмент качественного анализа сложных систем[1]

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

- причинно-следственные диаграммы (диаграммы каузальных петель обратной связи — causal-loops diagrams);
- имитационные модели (simulation) — математические модели систем, созданные при помощи специального программного обеспечения.

С управленческой точки зрения интересны также:

- системные архетипы (system archetypes) — своего рода схемы/шаблоны поведения типовых проблем управления, впервые обобщенные Питером Сенге в книге «Пятая дисциплина: искусство и практика самообучающейся организации»[2];
- 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 последо-

---

[1] 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).

[2] *Сенге П.* Пятая дисциплина: искусство и практика самообучающейся организации. М.: Олимп-Бизнес, 2009.

ватели 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-следственные 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.

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

Правило определения полярности связей представлено так:

---

[1] *Wolstenholme E.F.* Qualitative vs. quantitative modelling: the evolving balance // Journal of the Operational Research Society. 1999. 50.

Рис. 2.1. Зависимость потребительского спроса на товар

- положительный контур обратной связи часто определяется так, что «*начальное изменение любой переменной (в контуре) в конечном счете стимулирует далее самоизменение в первоначальном направлении*». Иными словами, 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]. Иными словами, 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 (–).

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 на рис. 2.3 верны два утверждения:

---

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

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

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

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:

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 (табл. 2.1).

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

Таблица 2.1

R, Reinforcing Loops	*B, Balancing Loops*
Самовоспроизводящиеся	Противодействующие росту
Вызывающие рост	Целенаправленное поведение
Дестабилизирующие систему	Стабилизирующие систему
Ускоряющие систему	Возвращающие систему к балансу
Четное количество «минусов» в петле	Нечетное количество «минусов» в петле

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.

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

Рис. 2.5. Примеры положительных петель обратной связи

На рис. 2.5 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 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.

Развитие механизма паники на рынке, характерной, например, для Великой депрессии 1920–1930-х гг. в США, показано на рис. 2.6. Тогда типичной картиной были толпы людей, с раннего утра дежурившие у дверей банка, чтобы снять свои сбережения. Как видно на рисунке, с ростом банкротства банков усиливается страх вклад-

Рис. 2.6. Механизм паники на бирже

чиков, что они не успеют снять деньги со счета. Это побуждает все большее количество людей снимать деньги. Под давлением наплыва вкладчиков, желающих закрыть счета и изъять наличность, устойчивость банков снижается, что приводит к дальнейшему росту числа разорившихся банков, 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 быть 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. 2.7. Механизм распространения наркотиков в школах

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

Рис. 2.8. Поведение систем с позитивными петлями обратной связи

А. Количество международных патентов, выданных китайским компаниям

Источник: World Intellectual Property Organization цитирование по: Moynihan J. The continued economic decline of the West // PA Consulting Presentation, February 23, 2012

Б. Рост абонентов Skype в первые месяцы после запуска услуги (по вертикали — количество пользователей в млн чел., по горизонтали — месяцы с момента запуска). Нижние кривые — сравнительный рост с eBay, PayPal, Yahoo

Источник: Ebay Presentation: Acquisition of Skype. http://investor.ebay.com

Рис. 2.9а. Примеры поведения систем с экспоненциальным ростом

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 интерпре-

[1] *Сидоренко В.Н.* Указ. соч.

B. Программа продовольственных карточек (food stamps): с начала 2000-х гг. демонстрирует практически экспоненциальный рост как по количеству людей, получающих пособие (кривая), так и по государственным расходам (гистограмма) — порядка 48 млн человек и 80 млрд долл. в 2012 г.

Источник: US Department of Agriculture, 2013

Рис. 2.9б. Примеры поведения систем с экспоненциальным ростом

тируется 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. 2.9а, 2.9б).

Значок весов в центре рис. 2.10 (А) указывает на то, что это балансирующая (негативная) петля обратной связи.

Примеры отображения *поведения системы* с балансирующими петлями обратной связи представлены на рис. 2.11–2.13.

Совокупность положительных (самовоспроизводящихся) и негативных (балансирующих) петель обратной связи определяет поведение системы в целом (рис. 2.14).

Рис. 2.10. Обобщенная структура балансирующих петель обратной связи

Рис. 2.11. Примеры балансирующих петель обратной связи

Рис. 2.12. Поведение систем с балансирующими петлями обратной связи

А. Изменение средней стоимости DVD-плеера

Источник: http://scienceprogress.org/2011/10/new-solar-technology-you-never-heard-of/

Б. Количество курящих среди взрослого населения и студентов колледжа в США в 1965–2010 гг., %

Источник: Tobacco Use: Targeting the Nations Leading Killer. National Center for Chronic Desease Prevention and Health Promotion. 2011. http://www.cdc.gov/tobacco

В. Уровень детской смертности в России (1940–1993 гг., в чел. на 1000 новорожденных)

Источник: *Shkolnikov V. M. and France Mesle.* The Russian Epidemiologial Crisis as Mirrored by Mortality Trends. RAND Corporation. http://www.rand.org/pubs/conf_proceedings/CF124/cf124.chap4.html

Рис. 2.13. Примеры поведения систем с доминирующими балансирующими петлями обратной связи

Верхний контур обратной связи: чем выше цена нашей продукции, тем менее наша продукция конкурентоспособна по сравнению с продукцией конкурентов, соответственно, тем ниже спрос на нее и тем ниже должна быть ее цена, чтобы не потерять рынок (балансирующая петля обратной связи). *Нижний контур обратной связи*: прибыль инвестируется в производство, растут объемы произведенной продукции; с ростом объема продукции запускается эффект экономии на масштабе — снижаются издержки на единицу продукции, что увеличивает прибыль (самовоспроизводящий контур обратной связи).

Рис. 2.14. Примеры причинно-следственной диаграммы с положительными и отрицательными петлями обратной связи

Петли обратной связи в экономике

Интересно, что ряд ведущих экономистов все чаще начинает рассуждать об экономике в контексте анализа петель обратной связи. Так, в одном из исследований ведущего международного инвестиционного банка приводились следующие рассуждения по поводу динамики развития кризисных событий в еврозоне (схематично представлены на рис. 2.9):

- высокая величина соотношения государственного долга к ВВП провоцирует правительства стран ЕС принимать меры по ужесточению фискальной политики, направленные на рост налоговых поступлений и сокращение госрасходов;
- данные меры увеличивают глубину экономического спада, что в итоге негативно сказывается на предприятиях и кредитных учреждениях (растут просрочки и дефолты по кредитам, ухудшаются кредитные профили заемщиков, банки вынуждены проводить дальнейшее ужесточение кредитной политики, менее охотно кредитуя предприятия реального бизнеса). В итоге такого рода политика создает дополнительную нагрузку на банковскую систему стран ЕС;
- вкупе с ужесточением нормативов банковского кредитования такого рода политика приводит к дальнейшему ослаблению банков, и без того перегруженных «плохими» кредитами. Это в свою очередь приводит к угрозе потери платежеспособности банков — к дефолту. В случае если угроза дефолта становится реальной для крупнейших банков страны — в частности, для так называемых системообразующих банков, то государство вынуждено вмешиваться и спасать проблемные банки, как, например, это произошло в США (Citigroup, AIG, ипотечные агентства Fannie Mae и Freddie Mac), в странах ЕС — банки Dexia, Royal Bank of Scotland, HBOS, Lloyds TSB, Northern Rock, Fortis, Roskilde Bank, Kaupthing Bank, UBS, Parex Bank, Bankia и др.;
- чем оборачивается национализация банков для государства? Убытки, которые должен был получить банк по выданным ранее кредитам, берет на себя государство. Масштабные прорехи в балансах проблемных банков тяжким бременем ложатся на государство, которое вынуждено изыскивать средства на их спасение (это могут быть накопленные резервы либо «печатание денег»);
- в итоге такого рода политика приводит к масштабному ухудшению теперь уже государственного баланса. Как следствие, ухудшается платежеспособность государства, что в свою очередь отражается на ставках государственного заимствования,

т. е. для государств со значительным количеством проблемных банков увеличивается стоимость заимствования на внешних рынках (например, растут процентные ставки по государственным долгосрочным облигациям). Таким образом, риски финансовой системы становятся рисками государства;

- рост стоимости заимствования по государственным долгам приводит к более высокому обслуживанию долга, что тяжким бременем ложится на государственный бюджет, все более значительная часть которого начинает расходоваться на обслуживание госдолга. Также увеличивается размер госдолга, что увеличивает соотношение государственного долга к ВВП (который либо стагнирует, либо уменьшается вследствие рецессии);
- далее запускается новый цикл по описанной выше схеме.

Рис. 2.15.

Источник: *Голдман Сакс*, www.zerohedge.com, анализ автора.

Кейс «Пробки на дорогах»

Типичный способ борьбы с пробками — строительство новых дорог.

Количество пробок —+ Решение строить дороги

Рис. 2.16. Кейс «Пробки на дорогах»: часть 1

Строительство новых дорог увеличивает их пропускную способность (поскольку строительство дороги происходит не сразу, а с течением времени, поэтому на стрелке от переменной «Строительство новых дорог» к переменной «Пропускная способность дорог» стоит вертикальный штрих — обозначение запаздывания, принятое в системной динамике). Пропускная способность дорог сокращает среднее время в пути. Интенсивность трафика увеличивает среднее время в пути (чем больше интенсивность, тем больше пробок и дольше времени занимает поездка).

В условиях постоянных пробок и увеличенного времени в пути растет желание общества и городских властей уменьшить заторы (соответственно, чем выше время в пути, тем сильнее желание уменьшить заторы), что обосновывает необходимость строительства новых дорог (балансирующая петля обратной связи «Строительство новых дорог»).

Далее можно наблюдать интересный контринтуитивный эффект: построенные дороги сокращают среднее время в пути, тем самым увеличивая привлекательность вождения для жителей (рис. 2.17). Рост привлекательности вождения способствует увеличению количества поездок в день (петля обратной связи «Регулярные поездки»), тем самым увеличивая трафик. Этот же эффект способствует росту средней протяженности поездки (рис. 2.18).

Рис. 2.17. Кейс «Пробки на дорогах»: часть 2

Рис. 2.18. Кейс «Пробки на дорогах»: часть 3

Рис. 2.19. Кейс «Пробки на дорогах»: часть 4

С течением времени фактор привлекательности вождения способствует увеличению количества новых автомобилей (петля обратной связи «Автомобилизация») (рис. 2.19). Например, при расширении шоссе места вдоль дороги начинают активно застраиваться девелоперами, и со временем расширение пропускной способности дороги компенсируется увеличением трафика от новых жильцов. Между тем на привлекательность вождения также влияет удобство системы общественного транспорта — чем более привлекателен общественный транспорт, тем легче жители готовы отказаться от личного транспорта в пользу развитого общественного (рис. 2.20).

Наконец, строительство новых дорог расширяет географический охват региона, способствуя все большему вовлечению населения из ранее удаленных регионов в экономическую жизнь города (становится возможным жителям районов, ранее считавшихся окраинами, быстрее добираться до места работы в мегаполисе, тем самым происходит вовлечение в трафик новых жителей региона). Как

Рис. 2.20. Кейс «Пробки на дорогах»: часть 5

следствие, растет количество автомобилей населения, увеличивается экономическая активность населения, что по цепочке приводит к увеличению интенсивности трафика, росту количества пробок и увеличению среднего времени в пути.

Значит ли это, что строить дороги не нужно? Безусловно, нет. Вывод заключается в том, что исключительно методом строительства новых дорог пробки не побороть — необходим комплексный подход — «системный», как сказали бы специалисты по системной динамике.

Какие действенные меры можно предложить для борьбы с пробками? Попробуйте доработать получившуюся диаграмму собственными мерами по борьбе с пробками, просчитывая вероятные последствия их воздействия на систему. Выделите получившиеся контуры обратной связи и проанализируйте, как они влияют на систему.

Рис. 2.21. Пример комлексной причинно-следственной диаграммы

Источник: Dynamic Planning for COIN in Afganistan. Working Draft.PA consulting, 2009. Причинно-следственная диаграмма была подготовлена консалтинговой компанией PA Consulting в 2009 г. для генерала Стэнли МакКристала (Stanley McChrystal), руководителя военных сил США и НАТО в Афганистане. Генерал прокомментировал ее следующим образом: «Когда мы поймем этот слайд, мы выиграем войну». На слайде представлен комплекс мер с обратными связями, препятствующими распространению и поддержке терроризма населением страны

Одна из основных опасностей, которые подстерегают как начинающих, так и опытных специалистов, пользующихся инструментарием причинно-следственных диаграмм, является *установление взаимосвязей*. Как уже рассматривалось в главе 1, управленцы мыслят на основе ментальных моделей, которые, по их мнению, должны корректно отражать основные переменные анализируемых явлений и природу их взаимосвязей. При этом важно помнить, что возможны два типа ошибок:

– неверное определение количества переменных, лежащих в основе ментальной модели определенной управленческой проблемы (игнорирование или, наоборот, избыточный учет переменных),
– некорректно определенные причинные зависимости между выявленными переменными.

Как отмечает известный специалист в области теории управления Рассел Акофф (Russell Acoff), «наша способность решать проблемы существенно зависит от того, насколько хорошо мы представляем себе причинные связи, существующие между тем, что делаем, и тем, что хотим получить. Многие наши неудачи при решении проблем объясняются тем, что мы либо допускаем существование причинной связи там, где она отсутствует, либо неправильно характеризуем причинную связь, которая действительно существует. Вероятно, наиболее распространенной причиной неудач при решении проблем является допущение о причинной зависимости между переменными, в то время как между ними наблюдается лишь связь...»[1].

Согласно Р. Акоффу, следует разделять *связанные* переменные и *зависимые* переменные. К связанным переменным следует отнести переменные, которые «одновременно изменяются в одном и том же или в противоположных направлениях»[2]. В качестве примера можно привести связь между ростом и весом. Однако на основании одной только связи не всегда можно сделать вывод о существовании причинной зависимости. Например, можно ли утверждать, что изменение роста приводит к изменению веса? А наоборот — можно ли утверждать, что изменение веса приводит к изменению роста? Очевидно, что нет. Однако на практике причинные зависимости далеко не всегда так очевидны. Например, очевидно, что существует связь между объемом сбыта и расходами на рекламу и маркетинг (и эта связь положительна). Однако это не означает наличие жесткой причинной зависимости — увеличение расходов на рекламу необязательно приводит к росту сбыта. Можно утверж-

[1] *Акофф Р.* Искусство решения проблем. М.: Мир, 1982. С. 107.
[2] Там же. С. 107.

дать о существовании положительной связи между мотивацией сотрудников и размером их заработной платы. Однако было бы некорректно делать вывод, что увеличение размера заработной платы обязательно приведет к росту мотивации сотрудников.

Как отмечает Рассел Акофф, «отсутствие связи между переменными означает всего лишь, что между ними нет причинной зависимости, и то только при условиях, в которых проводятся наблюдения, а отнюдь не при любых других. Наличие связи между переменными позволяет, самое большее, лишь предположить, что такая зависимость между ними возможна. Поэтому акт наличия связи использован для того, чтобы определить, какие из многочисленных переменных следует отобрать для дальнейшего исследования с целью выявить существование причинных зависимостей. Наиболее широко используемыми показателями связи являются коэффициент корреляции и коэффициент регрессии. При решении проблем необходимо иметь в виду, что эти коэффициенты всего лишь характеризуют степень связи и, следовательно, их нельзя использовать для обоснования вывода о причинной зависимости»[1].

Рассмотрим пример диаграммы ниже. Очевидно, что связывать напрямую рост продаж автомобилей и снижение рождаемости не очень логично — вряд ли продажи автомобилей напрямую влияют на рождаемость. Однако если построить корреляцию, то, скорее всего, коэффициент корреляции будет значителен. Между тем причинность в данном случае несколько иная — оба явления связаны с *ростом благосостояния населения*.

Для достоверного вывода о наличии причинной зависимости необходимо показать, что изменение одного фактора (причины) неизбежно влечет за собой изменение другого (следствие), т.е. что изменение первого фактора является необходимым и достаточным для изменения второго.

Интересный пример неочевидности интерпретаций причинных зависимостей приведен ниже.

---

[1] Там же. С. 108.

Несколько лет назад научные работники отдела здравоохранения одного из крупных американских городов провели следующее исследование. Пытаясь установить зависимость заболевания туберкулезом от степени загрязнения воздуха сажей, они разбили весь город на районы равной площади, для каждого из них определили количество сажи, выделяемой в атмосферу в течение года. Обнаружив сильную положительную корреляцию, они пришли к выводу, что сажа вызывает туберкулез. В связи с этим было разработано и введено в действие постановление о запрещении выбросов дыма в атмосферу. Благодаря мерам, принятым соответствующими общественными организациями и частными фирмами, воздух стал чище, однако заболеваемость туберкулезом не уменьшилась.

С результатами исследований научных работников отдела здравоохранения ознакомилась группа исследователей-медиков из другого города. Они ничего не знали о существовании какой-либо связи между сажей и заболеваниями туберкулезом, но зато располагали достаточными сведениями, согласно которым причиной туберкулеза может быть недостаточное питание. Используя эти сведения, они попытались показать, в чем заключалась ошибочность рассуждений их коллег из отдела здравоохранения. Оказалось, что чем сильнее воздух загрязнен сажей, тем меньше желающих жить в таком районе и тем ниже квартирная плата; чем ниже квартирная плата, тем больше семей с низким доходом живет в таком районе; чем больше малообеспеченных семей живет в районе, тем больше здесь вероятность заболевания туберкулезом, так как именно такие семьи страдают от плохого питания. Следовательно, в районах с сильно загрязненным сажей воздухом вероятность заболевания туберкулезом действительно выше, но это отнюдь не означает, что причиной туберкулеза является сажа.

Источник: Акофф Р. Искусство решения проблем. М.: Мир, 1982. С. 112.

Также важно помнить, что соотношение между переменными может быть неоднозначным — например нелинейным. В этом случае интенсивность реакции не всегда пропорциональна интенсивности воздействия — например, пропорциональное увеличение размера заработной платы не дает пропорциональное увеличение мотивации работы сотрудников.

Присутствие эффектов запаздывания может усложнить анализ еще больше. Наконец, многие явления и события представляют собой результат взаимосвязи нескольких причин. Все это важно принимать во внимание при построении причинно-следственных диаграмм. В идеальной ситуации при построении причинно-следственных диаграмм необходимо вовлекать экспертов, хорошо владеющих проблематикой моделирования.

Рис. 2.22. Баханова Е. А., Гладких А. Принципы построения причинно-следственных диаграмм обратной связи

Источник: Зимняя школа факультета государственного управления МГУ–2014. Семинары по системной динамике. PM Consulting. www.participatory-modelling.com

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

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

1) Осцилляция

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.

Рис. 2.23. Структура и поведение системы (осцилляция)

Некоторые примеры осцилляции представлены ниже:

1) динамика популяции оленей и рыси (рис. 2.24);
2) динамика фондовых индексов (рис. 2.25).

Хорошим примером осцилляции может быть также поведение рынка недвижимости. В период роста рынка недвижимости многие девелоперские компании могут значительно переоценивать потенциальную емкость рынка. Зачастую основываясь на простой экстраполяции 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).

Рис. 2.24. Пример осцилляции: динамика российского рынка PMI (Purchasing Managers Index) в сфере деловых услуг (рассчитывается банком HSBC)

Источник: данные HSBC.

Рис. 2.25. Примеры осцилляции: динамика индексов NASDAQ и S&P за 1990–2012 гг.

Источник: Choosing the road to prosperity: Why we must end too big to fail — now. Presentation adapted from the Dallas Fed 2011 Annual Report.

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 ситуация, например, сложилась на рынке недвижимости Москвы в 2009–2010 гг.). Наступает обвал рынка, сопровождаемый резким падением спроса на недвижимость, сни-

жением 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 др. Подробнее поведение товарных рынков рассматривается в кейсе № 5 во второй части данного пособия.

Также осцилляция характерна для рынка авиаперевозок — на рис. 2.26 и 2.27 представлены данные по операционной прибыли авиаперевозок в США (рис. 2.26) и анализ динамики развития и операционного цикла авиакомпании продолжительностью 10–11 лет (рис. 2.27).

Рис. 2.26. Осцилляция: цикличность средней операционной прибыли отрасли авиаперевозок в США (%)

Источник: Morgan Stanley (2014), www.zerohedge.com

Рис. 2.27. Осцилляция: цикличность операционного цикла авиакомпаний

Источник: Morgan Stanley (2014), www.zerohedge.com

2) 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 (рис. 2.28).

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

Рис. 2.28. Структура и поведение системы (S-образный рост)

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).

Два условия поведения системы в виде S-образного роста:

1) отсутствие эффекта запаздывания (иначе — см. следующий тип поведения системы);
2) 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.

3) 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 сменяется балансирующей петлей, которая сдерживает и, в конечном счете, нейтрализует рост, вызванный самовоспроизводящейся петлей.

Рис. 2.29. Структура и поведение системы (S-образный рост с превышением)

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 т. д. 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 (рис. 2.29).

4) Превышение и коллапс (overshoot and collapse)

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

А. Динамика пользователей Интернета в России
Источник: Аналитический бюллетень «Интернет в России». 2012. № 39. http://runet.fom.ru

Б. Динамика продаж сотовых телефонов в Росссии, 1997–2011 гг. (млн шт.)
Источник: Аналитический отчет компании Евросеть, 2011.

Рис. 2.30. Примеры систем, демонстрирующих поведение по типу S-образного роста

проданных сим-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) (рис. 2.30).

Однако в окружающем мире существуют системы, в которых предельная допустимая емкость среды может динамически изме-

Рис. 2.31. Структура и поведение системы (превышение и коллапс)

няться: 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 урожая. В этом случае мы имеем дело с определенным типом поведения систем — *превышением и коллапсом* (рис. 2.31).

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 наступает 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.

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. Большая 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. со-

кратилось 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.

Рис. 2.32. Динамика населения острова Пасхи (вертикальная ось — количество человек, горизонтальная — шкала времени). http://www.mnforsustain.org

Поведение системы по типу превышение и коллапс встречается гораздо чаще, чем принято считать. Ниже представлена диаграмма популяции оленей на острове Св. Павла на Аляске, США (рис. 2.33). Территория острова составляет всего 106 кв. км. В 1911 г. на остров впервые человеком была завезена небольшая популяция оленей — четыре самца и 21 самка. К 1938 г. популяция оленей достигла своего пика, составив более двух тысяч особей. В результате роста популяции оленей на значительной части острова исчезла растительность, что привело к падению популяции к 1950 г. до восьми особей. В настоящее время популяция стабильна.

Помимо многочисленных примеров из биологии и экологии встречаются также примеры из управленческой практики — например, история стремительного взлета и последующего краха 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).

Рис. 2.33. Динамика популяции оленей на о. Св. Павла (Аляска, США)

Источник: http://www.mnforsustain.org/

* * *

Динамика поведения сложных систем меняется во времени. На длительных промежутках времени тип поведения системы может значительно изменяться.

Наглядным примером служит рис. 2.35, на котором представлена динамика изменения цены на недвижимость в США за период 1890–2010 гг., проанализированная известным американским экономистом Робертом Шиллером (Robert Shiller). В отличие от широко распространенного ментального стереотипа, что «цены на недвижимость могут только расти» и «недвижимость всегда в цене», историческая статистика на примере США наглядно показывает цикличность рынка недвижимости с характерными длительными циклами роста и спада. Данная диаграмма также интересна с управленческой точки зрения, поскольку хорошо иллюстрирует *необходимость учета долгосрочного временного горизонта* и *макроконтекста* при принятии управленческих решений.

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 способству-

Рис. 2.34. Динамика цен на недвижимость в Токио в 1985–2006 гг.

Источник: http://www.realestatecrash.ru

Рис. 2.35. Пример нелинейной динамики: изменение цен на недвижимость в США, 1890–2010 гг.

Источник: *Шиллер Р.* Irrational Execuberance

ет 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.

Кейс для самостоятельной работы № 1[1]

Поголовье чернохвостого оленя с плато Кайбаб: моделирование ситуации из жизни

Описание ситуации

Плато Кайбаб (рис. 2.36) расположено к северу от реки Колорадо в центре штата Аризона. Его протяженность около 60 миль, в самом своем широком месте оно достигает 45 миль в ширину, и площадь его составляет 800 тыс. акров. Плато Кайбаб одно из самых больших

Рис. 2.36. Географическая карта плато Кейбаб (США)

---

[1] Данный кейс адаптирован из кейса Deers of Kaibab Plateau, преподаваемого на магистерской программе по управлению N. Rockefeller College of Public Affairs and Policy Университета штата Нью-Йорк в г. Олбани, США.

и наиболее изученных в мире. А также это одно из немногих плато, обрывающееся со всех сторон откосами и кручами. На юге плато круто спускается к Северному краю Великого Каньона. Поверхность плато вся покрыта буйной растительностью: кустарниками, травами, полынью, елями и можжевельником. Можжевельник составляет основной зимний рацион оленей, обитающих на плато Кайбаб; летом же они питаются травой и побегами сосны Пондероза и ели.

Олень с плато Кайбаб — это чернохвостый (или ослиный) олень-мул Скалистых Гор Odocoileus hemionus. Олень достигает зрелости примерно в полтора года; гон (спаривание) обычно бывает в ноябре-декабре, а в июне-июле самки приносят потомство — два, реже три теленка. Типичный самец чернохвостого оленя достигает веса в 70 кг. До 1906 г. не было точной информации о количестве особей оленей, хотя по одной из оценок их популяция в начале 1900-х гг. насчитывала около 3000–4000 особей по всему плато.

Помимо оленей на плато Кайбаб обитает и ряд хищников: койоты, рыжие рыси, горные львы и волки. Точной информации о количестве хищников, обитавших тогда на плато, также нет. Но известно, что с 1907 по 1923 г. была объявлена политика отстрела хищников, в результате которой было убито 3000 койотов, 674 льва, 120 рысей и 11 волков. Цель этой политики была защитить «гармоничное» состояние дикой природы (имелись в виду олени) от ее врагов.

С течением времени популяция оленей начала значительно возрастать. К 1918 г. люди осознали, что из-за оленей сильно ухудшилось и состояние растительного покрова плато. Поскольку показатели к 1920–1922 гг. еще более ухудшились, был создан специальный комитет для изучения этой проблемы, в результате чего была примерно определена численность оленей, которая составила в 1924 г. 100 тыс. особей. В том же году комитет составил отчет, в котором говорилось, что корм оленей на плато «в наихудшем состоянии, которое члены комитета когда-либо видели... ни одного нового побега осины, все деревья общипаны и одной высоты». Белые ели, которые олени едят только в случае острого голода и нехватки основной пищи, были тоже очень обглоданы. И в добавление ко всему прочему в отчете говорилось, что и сами олени были в ужасном состоянии: «Практически у каждого оленя были видны ребра сквозь шкуру!».

В 1924–1928 гг. многие олени умерли — за одну только зиму практически 75 % молодых оленей, родившихся в предыдущем году. В целом сокращение популяции чернохвостых оленей за этот период составило 3000–4000 особей. К тому же столь большое коли-

чество обглоданных оленями деревьев говорило о том, что быстрое восстановление рациона оленей вряд ли возможно.

В 1928 г. ситуация была настолько плоха, что государственные охотники отстрелили 1100 оленей и отловили примерно 1000 оленят, большинство из которых умерли в течение одного дня в неволе. Но при всем при этом политика отстрела и отлова хищников все еще продолжалась! В течение 1927 г. в результате «контрольных мер» по отношению к хищникам их количество было уменьшено еще на 403 койота, 111 рысей и 11 горных львов.

1930 г. был годом обильных летних ливней. У оленей было вдоволь сочной травы, кустарников и грибов, поэтому в течение года они находились в хороших условиях. К 1932 г. популяция оленей насчитывала порядка 14 тыс. особей, а их рацион был в гораздо лучшем состоянии, чем в течение всех предыдущих лет. Отчеты лесничества говорили о том, что количество оленей нормализовалось.

Исследование проблемы

Постройте причинно-следственную диаграмму данной ситуации. Какие меры можно было бы предложить, чтобы избежать реализации сценария «превышение и коллапс»?

График, представленный ниже, упрощенно отражает изменение популяции чернохвостого оленя.

Рис. 2.37. Упрощенный график динамики популяций оленей плато Кейбаб

Ответ к кейсу «Плато Кейбаб» можно найти на рис. 2.38 цветной вклейки. Результаты системно-динамической модели кейса представлены на рис. 2.38б, результаты имитационного эксперимента по управленческому вмешательству в экосистему представлены на рис. 2.38г цветной вклейки.

Кейс для самостоятельной работы № 2

На рис. 2.38 представлена обобщенная картина формирования финансового пузыря какого-либо актива (например, недвижимости, сырьевого рынка, драгоценных металлов и т.п.).

Рис. 2.38. Фазы финансового пузыря

Начинающийся рост стоимости актива обращает на себя внимание определенных групп инвесторов. Вначале это профессиональные инвесторы или, например, опытные спекулянты, первые обратившие интерес на актив. Далее в дело вступают институциональные инвесторы — например, пенсионные фонды, страховые компании, банковские структуры, фонды прямых инвестиций и хедж-фонды и другие так называемые квалифицированные инвесторы.

По мере того как этот процесс роста стоимости актива набирает силу, дополнительную поддержку ему оказывают средства массовой информации, активно освещающие эту тему. Постепенно в игру втягивается все большее количество инвесторов. Шаг за шагом основной движущей силой надувания пузыря становятся индивидуальные инвесторы — физические лица. Их массовость обусловливает быстрый рост стоимости актива (по экспоненте).

Для пика стоимости актива характерны многочисленные рассуждения «о новой парадигме», о «революционной» технологии, о но-

вом подходе к инвестированию, о «фундаментальной недооцененности» актива и т.п. Уместно вспомнить пузырь доткомов в конце 1990-х гг. или же рассуждения о недвижимости, которая «всегда в цене» (пузырь на рынке недвижимости в Японии конца 1980-х гг. и в США в 2003–2007 гг.), или же рассуждения о перспективности инвестиций в земельные активы, так как «земли больше не становится» (скупка земель во Флориде в США в 1920-х гг., скупка сельскохозяйственной земли в России в 2006–2008 гг. российскими и зарубежными финансовыми инвесторами и т.д.).

Тем временем наиболее дальновидные инвесторы начинают постепенно избавляться от актива, что обычно остается незамеченным массовым инвестором. На первых продажах далее следует небольшой спад с частичным последующим подъемом (так называемая ловушка быков, т.е. ловушка для игроков, верящих, что рынок еще может пойти вверх). Это происходит за счет оставшихся инвесторов, стремящихся купить на локальном, как им кажется, минимуме при ожиданиях нового движения вверх (так называемое возвращение к нормальному). Однако темпы скупки активов значительно падают — количество инвесторов (и денег) заканчивается, да и актив значительно подорожал, что также снижает приток покупателей.

Возникает пауза… становится очевидным, что желающих выйти из актива значительно (обычно, в несколько раз) больше потенциальных покупателей… и начинается движение вниз.

* * *

Задание 1. Определите, какой *тип поведения системы* представлен на рис. 2.38.

Задание 2. Предложите свой вариант *причинно-следственной диаграммы*, описывающей поведение системы, представленной на рис. 2.38.

Вариант правильного ответа представлен на рис. 2.39.

Кейс для самостоятельной работы № 3

Упражнение 3 основано на материалах цикла лекций по управленческому мышлению, прочитанных в 2013–2014 гг. в РАНХиГС Владимиром Викторовичем Солодовым совместно с автором данного учебного пособия. Кейс подготовлен В. В. Солодовым на основе анализа некоторых примеров российской практики стимулирования инновационных проектов.

Контринтутивное поведение системы государственной политики поддержки научной и инновационной деятельности:

- Необходимость государственной поддержки научной и инновационной деятельности приводит к реализации масштабных государственных программ и грантов в области поддержки инновационных проектов.
- Для научной сферы характерна высокая специализация и достаточно узкий круг экспертов в предметной области научных исследований => невозможность объективной оценки качества результата, получаемого вследствие финансирования и реализации проекта.
- Разрыв между заказчиком, распорядителем бюджетных средств (чиновником) и бенефициаром (бизнесом как потенциальным пользователем прикладных научных исследований) => формирование системы формальных индикаторов успеха (патенты, научные статьи, индексы цитирования) => фактическое отсутствие контроля за результатом.
- Государственная поддержка инновационных исследований формализована => объективная необходимость отчетности за выделенное финансирование => приоритет формальных критериев => симулирование отчетности как ключевая компетенция исследователя.
- Риск проверки расходования средств => постоянное усложнение процедур отчетности => неспособность ученых и инноваторов самостоятельно выполнить формальные требования => вытеснение истинных исследователей с рынка государственной поддержки исследователями, владеющими формальными методами «написания проектов» под гранты и навыками формальной отчетности.

Результат: появление слоя организаций, специализирующихся на освоении государственных бюджетов; продолжение деградации научных коллективов; завышенная стоимость финансирования проектов; многократное финансирование проекта определенной тематики из разных источников (с небольшими вариациями тематики исследования).

* * *

Задание 1. Постройте причинно-следственную диаграмму обратной связи на основе анализа данного текста.

Задание 2. Определите области воздействия на систему, которые помогут исправить ситуацию. Предложите меры.

Вариант ответа на упражнение 2

Рис. 2.39. Один из вариантов причинно-следственной диаграммы процесса формирования инвестиционного пузыря

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 меняются правила и характер конкуренции: развитие информационных технологий облегчает выход на новые рынки, стремительно растет количество транснациональных компаний, непрерывно ускоряющиеся

---

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

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

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].

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

---

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

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 является новой. 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 г. важный вклад в разработку проблематики возрастающей отдачи внесли Николас Калдор[3], Кеннет Эрроу[4], Р. Солоу[5], Пол Ромер[6] и многие другие.

Принцип возрастающей отдачи способствует формированию конкуренции по типу «победитель получает все», в которой компания, даже незначительно доминирующая на рынке, с высокой до-

---

[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. 2000. 00–011.

[3] *Kaldor N.* Welfare Propositions of Economics and Interpersonal Comparisons of Utility // The Economic Journal. 1939. Vol. 49. 195. P. 549–552.

[4] *Arrow K.J.* The economic implications of learning by doing // Review of Economic Studies. 1962. Vol. 29. 3. P. 155–173.

[5] *Solow R.A.* Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics. 1956. Vol. 70. 1. P. 65–94.

[6] *Romer P.* Increasing returns and long-run growth // Journal of Political Economy. 1986. Vol. 94. 5. P. 1002–1037.

лей 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.

Классическим случаем победы менее эффективной технологии, описанным в экономической литературе, является история завоевания популярности клавиатурой QWERTY.

Клавиатура QWERTY получила название от особенного расположения букв латинского алфавита в верхнем ряду. Изобретатель печатной машинки изначально расположил буквы в алфавитном порядке. Однако специфическая конструкция первых печатных машинок не позволяла осуществлять быстрый набор текста, поскольку при таком расположении рычажки постоянно цеплялись друг за друга при нажатии литер, блокируя машинку. Ввиду этого было решено разнести наиболее часто встречающиеся буквы как можно дальше, что уменьшить скорость набора. Профессиональные машинистки тем не менее впоследствии успешно освоили эту клавиатуру, способствуя дальнейшему закреплению данного стандарта.

Большую роль в популяризации данной раскладки внесла компания Remington, занимавшаяся производством одноименных печатных машинок. Компания организовала ряд конкурсов по скоростному печатанию для рекламы своей продукции. Нужно ли говорить, что победители конкурса использовали печатные машинки Remington с клавиатурой QWERTY.

Ангус Дворак, университетский профессор, изобрел клавиатуру с другой раскладкой, позже получившей его имя. Устройство данной клавиатуры было подобрано таким образом, что наиболее употребляемые буквы оказались в среднем ряду. Это позволяло значительно увеличить скорость набора — почти в 2 раза. Впоследствии этот факт был официально подтвержден экспериментами Министерства обороны США, которое имело в штате большое количество машинисток для оперативной обработки документов, и вопрос скорости обработки информации был отнюдь не теоретическим. Несмотря на превосходство клавиатуры Дворака, она так и не смогла массово вытеснить QWERTY, уже прочно закрепившуюся к этому времени в качестве стандарта.

1. Раскладка клавиатуры QWERTY

2. Раскладка клавиатуры А. Дворака

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 4 раза превосходило доходность от вложений в акции индекса Dow Jones и в 2 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.

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[1], 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[2]. По мнению теоретиков и практиков управления, во второй половине 1990-х гг. бизнес должен был расти максималь-

---

[1] *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.

[2] *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. N.Y.: John Wiley & Sons, 2001; *Krugman P.* Rethinking International Trade. Cambridge, MA: MIT Press, 1990.

ными темпами, а компании нужно было выводить на рынок свою продукцию/услуги как можно раньше, опережая конкурентов. Начальный 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.

Управление гиперростом: пример компании «Вымпелком»

В статье Александра Изосимова «Управление гиперростом» в Harvard Business Review приводится интересный анализ динамики развития компании «Вымпелком» в период быстрого роста. А. Изосимов отмечает, что на этапе быстрого роста компании принципиально важным является захват доли рынка:

«В большинстве случаев доли рынка распределяются на этапе гиперроста отрасли. Когда рост замедляется и определяются лидеры, существенного передела уже не бывает. Возьмите исследование любого европейского рынка мобильной телефонии — британского, немецкого, французского: вы увидите, что везде доли стабилизировались, как только степень проникновения достигла 70—80%, т. е. когда рынок сформировался после периода гиперроста.

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

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».

Источник: Изосимов А. Управление гиперростом. Harvard Business Review. Апрель, 2008. http://hbr-russia.ru/upravlenie/motivatsiya/a9332/

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 долл. 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 2 раза выше, 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.

---

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

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 большую долю рынка»[1].

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»[2]. В частности, ряд исследователей рекомендует активно эксплуатировать эффекты возрастающей отдачи при управлении компанией — особенно в рамках стратегии, нацеленной на быстрые темпы роста[3].

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?

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[4].

---

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

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

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

[4] См.: *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

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»[1]. 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[2], разработка государственной политики[3], выбор технологий[4], географическое расположение городов[5], меры по борьбе с насекомыми-вредителями[6], формирование языков и появление юриспруденции[7] и др. «Эффект колеи» помогает понять, почему одни страны преуспевают, а другим так и не удается их догнать[8]; почему одни страны переходят к новым технологиям последовательно, а другие совершают резкие технологические скачки[9].

Наряду с Брайаном Артуром, пионерные работы в области зависимости от траектории пути принадлежат также Полу Дэвиду.

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.

1 *David P.A.* Clio and the Economics of QWERTY // American Economic Review. 1985. Vol. 5. 2. P. 332–337.

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

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

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

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

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

7 *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.

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

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

П. Дэвид описал случай с выбором раскладки клавиатуры QWERTY[1], доказывая, что исторические факторы и разного рода случайности могут играть существенную роль в экономическом выборе[2]. 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[3]. 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.

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»[4]. Согласно Дугласу Норту, «замыкание системы» означает, что однажды принятое решение трудно отменить[5]. Сторонники неоинституциональной теории считают, что «институциональная ловушка — это неэффективная устойчивая норма (неэффективный институт), имеющая самоподдерживающийся характер»[6].

---

[1] Английский аналог раскладки клавиатуры ФЫВА ОЛДЖ.

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

[3] *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.

[4] См.: *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

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

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

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)[1].

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[2];
- общие законы развития сложных систем[3];
- децентрализованность принятия решений[4].

Эффект «зависимости от пути» обусловлен спецификой действия рыночных агентов. Как отмечают исследователи, выбор может происходить на микро- и макроуровне[5]. 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 многом случайный характер: «…в случае отбора на макроуровне мы сталкиваемся с процессами… которые имеют спонтанную природу. Эти процессы являются исторически обусловленными и зависимыми от траектории

---

[1] См.: *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.

[2] *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.

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

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

[5] См.: *Нельсон Р., Уинтер С.* Эволюционная теория экономических изменений. М., 2000.

развития»[1]. 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[2]. Однако большинство исследователей придерживается менее радикальных оценок, считая, что данная теория является не альтернативой неоклассической экономике, а скорее ее дополнением[3]. Большое внимание проблеме выбора рынком той или иной технологии или стандарта, эффектам зависимости от предыдущей траектории развития и замыкания системы уделялось в рамках эволюционного, неоэволюционного и институциональных направлений в экономике.

Георг Полиа

Концепция зависимости от предыдущей траектории развития подтверждается серией экспериментов математического моделирования, классическим из которых признан эксперимент Полиа — так называемая урна Полиа[4] (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.

---

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

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

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

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

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»

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 предыдущем 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,

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

каким образом у сложно организованных структур вырабатываются способы корректировки, ведущие к новым эволюционным изменениям, которые, однако, по своей природе неизбежно остаются непредсказуемыми»[1].

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-х гг. Противостояние Microsoft и Apple некоторые исследователи склонны рассматривать как классический случай конкуренции в рамках концепции «зависимости от пути»[2]. 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, 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[3]. 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[4].

---

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

[2] *Puffert D.* The Standardization of Track Gauge on North American Railways, 1830–1890 // Journal of Economic History. 2000. 60. P. 933–960.

[3] *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.

[4] *Sterman J., Wittenberg J.* Path dependence, competition, and succession in the dynamics of scientific revolution // Organization Science. 1999. Vol. 10. 3. P. 322–341.

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 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 реше-*

---

[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.

ния, но и на улучшение самих информационных условий, в которых принимаются эти решения[1].

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 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»[2]. Этот момент принципиален, например, 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. Левосто-

---

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

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

роннее 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 подводных 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. По Коуэну, эффекты обучения и кривой опыта, следовавшие из наработок инженеров в сфере ядерных технологий «легкой воды», делали рациональным дальнейший выбор именно этой технологии. Согласно его 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[2]. 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[3] (более подробно о том, как Microsoft ис-

---

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

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

[3] *Reback G., Creighton S., Killam D., Nathanson N.* Technological, Economic and Legal Perspectives Regarding Microsoft's Business Strategy in Light of the Proposed Acquisition

пользовала преимущества от эффектов возрастающей отдачи, можно прочитать в кейсе № 4 второй части данного пособия).

4. Региональное развитие и формирование кластеров. В работах Пола Кругмана[1] (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 технологических 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 исторических событий, определяет характер конкурентного преимущества региона, который в свою очередь определяет структуру торговых связей региона[2].

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 в. основывалось на эффектах «зависимости от пути»[3]. 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[4].

---

of Intuit, Inc. («Microsoft White Paper»). White paper, law firm of Wilson, Sonsini, Goodrich & Rosati, 1995.

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

[2] *Krugman P.* Peddling Prosperity. N.Y.: W.W. Norton, 1994.

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

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

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.

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 незначитель-

---

[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.

но. 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) 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 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 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 потребителях.

Рис. 3.2. Цикл роста Windows[1]

Таким образом, победа Microsoft в конкурентной борьбе в значительной степени основывалась на умелой *эксплуатации положи-*

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

тельной 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 3 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 долл. (по данным на 1994 г.). 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 др.).

Таким образом, выборка позволяла сделать вывод, что высокие темпы роста компаний и высокая отдача от инвестиций были необязательно 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 каскадных эффектов от образования подобных петель, которые влекут за собой дальнейший рост объема продаж»[2].

Множество петель положительной обратной связи усиливает действие входящих в него петель и образует эффективный цикл. Специалисты McKinsey назвали подобную совокупность *циклом ро-*

---

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

[2] Там же. С. 44.

ста 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* (способствует 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 др.).

К акселераторам роста *при захвате рынка* относят положительные петли обратной связи, которые способствуют увеличению объема производства и рыночной доли компании. К ним 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 продуктивно. 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 результат 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 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 большое значение для выявления причин успеха некоторых организаций и неудач других. Однако, по нашему мнению, данное исследование име-

ло 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.

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, 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 увеличивается 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.

---

[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.

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 контактов 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).

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.

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

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

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

(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 долл. и длилась около пяти лет, потребовав усилий более восьми тысяч программистов[1]. 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).

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

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

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. 3.6).

Рис. 3.6. Акселераторы сетевых экстерналий и комплементарных товаров

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

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 производства*[2]. Чем крупнее компания, тем больше средств она может позволить

---

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

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

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.

В 2010 г. развернулась война операционных систем для мобильных телефонов Google (Android) и Apple (iPhone OS). Очевидно, что 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 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.

Рис. 3.7. Акселератор дифференциации свойств продукта

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

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

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 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.

Рис. 3.8. Акселератор разработки новых продуктов

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 привлекательной 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).

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

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 дистрибьюторами — 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 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.

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.

Рис. 3.10. Акселератор слияний и поглощений

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

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 отмечалось выше, наибольший результат 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 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.

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.

* * *

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

---

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

Рис. 3.12. Падение привлекательности традиционной телефонной связи (ТТС). На диаграмме представлен механизм конкуренции мобильных телефонных сетей (МТС) с традиционной телефонной связью (ТТС). Авторы показывают механизм вытеснения мобильными сетями традиционных, в основе которого лежит комбинация положительных петель обратной связи. Прогноз сбылся с высокой точностью — спустя десятилетие после публикации мобильная телефонная связь действительно стала дешевле и привлекательнее для абонентов, чем традиционная

Источник: *Langley P., Sabert H., Timoni P.* Winning landline vs mobile battle. McKinsey Quaterly, January 2000.

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 вести 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).

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 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 мин. и т.д. Следовательно, мы можем получить представление о поведении системы в целом за определенный промежуток времени.

Рис. 4.5. Некоторые примеры простейших потоковых диаграмм

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.

Рис. 4.6. Простейшая потоковая диаграмма динамики персонала в организациях

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 изменения клиентской базы в организации (рис. 4.7). Предположим, что клиентская база компании пополняется посредством новых клиентов от недавно проведенной рекламной кампании (30 чел. в месяц) плюс какая-то доля новых клиентов приходит по позитивным отзывам уже существующих клиентов (5 чел. 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?

Рис. 4.7. Потоковая динамика изменения клиентской базы в организации

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 (рис. 4.8).

Рис. 4.8. Иллюстрация концепции текучести кадров в организации

Источник: *Warren K.* Strategic Management Dynamics. John Wiley & Sons, 2008. P. 125.

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 руб. составят 10 руб., а с долга в 100 тыс. руб. — 10 тыс.). 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:

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 бюд-

жетного 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:

$$\text{Накопитель}(t) = \int [\text{Входящий поток}(s) - \text{Исходящий поток}]\,(ds) + \text{Накопитель}(t_0)$$

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:

$$\text{Накопитель} = \int (\text{Входящий поток} - \text{Исходящий поток}),\ \text{Накопитель}(t_0)$$ [1]

Соответственно, то же самое можно записать, пользуясь дифференциальными уравнениями:

$$d(\text{Накопитель})/dt = \text{Чистое изменение в накопителе} = \text{Входящий поток} - \text{Исходящий поток}$$

Следует обратить внимание на то, что все три формулы, приведенные выше, и рис. 4.4 абсолютно идентичны: они описывают одно и то же явление.

[1] Так, например, в краткой форме формулирует описываемые явления Джон Стерман (John Sterman) в книге Business Dynamics (2000).

Разобравшись в концепции потоковых диаграмм, важно представить себе, что *поведение системы возникает из обратной связи, которая поступает от накопителя (Состояние 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 как на рис. 4.11.

Рис. 4.11. Пример общей схемы структуры системы с несколькими взаимовлияющими переменными, потоками и накопителями

Накопители всегда изменяются только посредством потоков на входе и потоков на выходе. Один накопитель может влиять 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, нанятые 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 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 намече-

на 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-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 отмечалось ранее, *Потенциальные клиенты* превращаются в *Клиентов* путем совершения покупок со скоростью потока *Темп покупок*. Данное рассуждение можно упрощенно записать следующим образом:

$$\text{Клиенты} = \int (\text{Темп покупок}, \text{Клиенты}_0)$$

$$\text{Потенциальные клиенты} = \int (-\text{Темп покупок}, \text{Население} - \text{Клиенты})$$

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* (*Клиенты/Население*). Соответственно, количество *Потенциальных клиентов*, контактирующих с *Клиентами* в определенный момент времени, легко вычислить следующим образом:

$$\text{Потенциальные клиенты} \times \text{Клиенты/Население} \times \text{Количество контактов}$$

Однако не каждый контакт *Клиента* с *Потенциальным клиентом* заставляет последнего совершить покупку. Поэтому приведенное выше уравнение необходимо множить 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$_0$) = 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 рис. 4.15–4.17 (моделирование проводилось в программе Vensim PLE, бесплатная 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).

Количество *Потенциальных клиентов* истощается примерно за 25 недель (чуть больше шести месяцев). За это время *Потенциальные клиенты* (Potential clients) полностью превращаются в *Клиентов* (Clients).

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,

---

[1] В силу особенностей программы Vensim PLE моделирование на русском языке не представляется возможным, поэтому русские названия элементов модели заменены на их английские эквиваленты.

Рис. 4.15. Потенциальные клиенты

Рис. 4.16. Клиенты

Рис. 4.17. Темп покупоке (количество человек в неделю)

что доля заинтересованных (Adoption Fraction) падает с 5 до 2%, т.е. из 100 контактов *Потенциальных клиентов* с *Клиентами* лишь два человека становятся новыми покупателями. Как в этом случае изменится динамика поведения системы? Ответ на это дают графики на рис. 4.18 (см. цветную вклейку).

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 (см. цветную вклейку).

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 2 раза быстрее, чем в первом случае, и в 5 раз быстрее, чем во втором.

Динамика роста количества *Потенциальных клиентов* для всех трех случаев изображена на рис. 4.20 (см. цветную вклейку).

Имитационное моделирование в целом и системная динамика в частности помогают наглядно представить 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 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, нараставший 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 так же, 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.

Фрэнк 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.

Рис. 4.21. Модель Басса: преодолевая проблему старта

Принципиальное отличие модели Ф. Басса заключается в том, что *Темп покупок* (Adoption Rate) складывается из двух перемен-

[1] *Sterman J.* Business Dynamics: Systems thinking and Modeling for complex world. McGraw Hill, 2000. P. 332.

ных — *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 (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 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 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 тыс. человек;
- Клиенты$_0$ (Clients$_o$) = 0 человек;
- Потенциальные клиенты (Potential Clients) = 20 тыс. 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

Рис. 4.23. Эффект от рекламы «из уст в уста»

Как видно из графика, рекламное воздействие (*Покупки от рекламы*, Adoption from Advertising) имеет наиболее сильный эффект в начальный момент диффузии инновации. С течением времени

Рис. 4.24. Эффект от рекламы и от «сарафанного радио»

уменьшается количество *Потенциальных клиентов*, и эффект от рекламы снижается.

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.

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. цветную 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.

Рис. 4.26. Пополнение рядов Потенциальных клиентов

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.

Уравнение *Темпа повторных покупок* можно записать 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);

Потенциальные клиенты = ∫ (— Темп покупок + + Темп повторных покупок, Население — Клиенты)

Переменная *Среднее время пользования продуктом* (Average Product Usage Time) задается в единицах времени. Предположим, что в нашем случае это будет около трех месяцев, или примерно 12 недель (остальные параметры модели те же: население в 20 тыс., количество контактов — 12 чел. в неделю и т.п.). В этом случае динамика поведения системы будет выглядеть как на рис. 4.27–4.28 (см. цветную вклейку).

Как видно на 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 тыс. чел. 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 чел. 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 Т*емп 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 двух до 10 контактов с шагом два 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 три месяца).

📖 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. Модель управления запасами компании: пример затухающей осцилляции

При помощи системной динамики удобно моделировать нелинейное поведение сложных систем. Среди хорошо изученных примеров — динамика производства фирмы и изменение ее запасов.

---

[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.

Это непростая, но интересная тема, поскольку в основе нелинейной динамики запасов производственной компании зачастую лежат некорректные ожидания менеджмента, которые транслируются в несвоевременные либо в нерациональные действия по управлению системой запасов. В данном разделе мы рассмотрим более детально модель управления запасами, проанализируем поведение системы и причины наблюдаемых явлений[1].

Ситуация

Представим, что нам необходимо подготовить простую модель производственного предприятия. Предположим, что оно занимается производством пластиковых окон. В целом компания успешно работает, однако время от времени возникают периоды, когда низкая загруженность производственных мощностей сменяется скачком. С одной стороны, это можно было бы объяснить определенными колебаниями спроса и экономическими циклами... однако, возможно, объяснение не совсем такое простое. Несложный анализ показывает, что за прошедшие несколько лет продажи были более стабильны, чем производство. Нам необходимо попытаться найти системное объяснение этому феномену. Для этого построим простую системно-динамическую модель.

Перед построением модели специалисты по системной динамике рекомендуют поразмыслить о так называемой д***инамической гипотезе,*** т.е. выдвинуть гипотезу, которая объясняла бы *поведение системы во времени*. В последующем динамическая гипотеза может быть подтверждена либо опровергнута моделью, однако ее наличие позволяет продуманно приступить к непосредственно процессу моделирования. Динамическая гипотеза может быть сформулирована посредством размышления о том, как именно связаны ключевые переменные системы и чем регулируется их поведение. В нашем случае уместно отталкиваться от двух ключевых переменных — производства и продаж (рис. 4.29). Наша динамическая гипотеза будет состоять в том, что менеджер компании определяет необходимый уровень производства в зависимости от продаж компании (т.е. пытается подстроиться под рынок), однако неправильная оценка им ситуации приводит к пере- либо недопроизводству.

У нас уже есть две взаимосвязанные переменные — *Производство* и *Продажи*. Как они связаны между собой? Можно выделить два уровня взаимосвязи между ними:

1) физический уровень: для того, чтобы что-то продать, необходимо сначала это произвести;

---

[1] Данный материал подготовлен на основе учебника по использованию программы Vensim: Vensim Personal Learning Edition. User's Guide v. 4. 1999. www.vensim.com

2) информационный уровень: менеджеры принимают решения о производстве на основе текущего либо предыдущего уровня продаж.

Начнем с моделирования физического уровня. Если товары произведены, но еще не проданы, они могут быть классифицированы как *Запасы* продукции. При этом *Производство* пополняет *Запасы*, а *Продажи* уменьшают *Запасы*. Таким образом у нас получилась простейшая потоковая диаграмма, где Запасы являются накопителем, а *Производство* и *Продажи* — входящим и исходящим потоками соответственно.

Рис 4.29. Базовая потоковая диаграмма модели управления запасами

Теперь нам необходимо учесть, как моделируется *Производство*. Для простоты модели на данном этапе исключим фактор инвестиций в расширение мощности — будем считать, что производственных мощностей в компании пока хватает с запасом, и для расширения производства необходимо просто нанять больше сотрудников. Даже сам факт найма сотрудников достаточно сложен — необходимо учитывать время на принятие решения о найме, поиск сотрудников, обучение новичка и множество других взаимосвязанных факторов. Однако пока просто ограничимся предположением, что чем больше рабочих рук, тем больше выпуск продукции, и добавим накопитель *Персонал*.

Переменная *Персонал* в свою очередь изменяется разнообразными входящими и исходящими потоками — наймом и увольнением сотрудников (принудительно или по собственному желанию), выходом части персонала на пенсию и т.п. Однако в нашем случае мы все это объединим в одном потоке — *Темп найма персонала* (имеется в виду «чистый» темп найма, т.е. количество присоединившихся сотрудников минус количество ушедших из компании за единицу времени). Важно помнить, что переменная *Темп найма персонала* может как увеличивать количество персонала, так и уменьшать его.

Рис 4.30. Дополненная потоковая диаграмма модели управления запасами

Специалисты по моделированию рекомендуют начинать разработку модели с потоков и накопителей. Это помогает до некоторой степени упростить процесс моделирования, не упустив из виду значимых элементов модели. Альтернативно можно было бы начать с подготовки причинно-следственных диаграмм, описанных в главе 2, а потом перевести причинно-следственные диаграммы в потоковую модель, выделив из нее переменные, являющиеся накопителями и потоками.

Теперь нам остается взаимоувязать данные переменные в единую модель. Для этого будем основываться на самых простых предположениях о том, что:

- уровень Производства пропорционально зависит от переменной *Персонал*;
- производство также зависит от *Продуктивности*.

Что касается переменной *Персонал*, то она будет определяться следующими переменными:

- переменной *Необходимое количество персонала*: количество людей, необходимое для желаемого нами производства;
- переменной *Время на оптимизацию персонала*: количество времени, необходимое руководству компании для приведение текущей количества персонала к желаемому количеству (т.е. время на принятие решение о найме или увольнении персонала, на поиск, отбор кандидатов либо сокращение работников);
- самим накопителем *Персонал*. Это уместно пояснить на примере. Чем больше разница между переменными *Необходимое количество персонала* и *Персонал*, тем больше нужно нанять работников. Со временем дефицит работников сокращается и нанимать надо уже меньше персонала — до тех пор пока не будет восстановлен баланс между *Персоналом* и необходимым количеством (классическая петля балансирующей обратной связи, описанная в главе 2).

Рис. 4.31. Дополненная потоковая диаграмма модели управления запасами

Рис. 4.32. Потоковая диаграмма по модели управления запасами: версия 1

Это позволяет нам получить диаграмму на рис. 4.32.

Далее необходимо добавить в модель переменную *Планируемый объем производства*: это то количество, которое мы считаем, что будет продано, и, соответственно, это количество нам необходимо произвести. Соединим эту переменную с переменной *Необходимое количество персонала*. *Планируемый объем производства* будет определяться на основе *Продаж* компании.

Мы получили первую модель, которая, однако, еще далеко не закончена. Ниже представлены численные характеристики переменных:

- Время моделирования: от начала (момент 0) до 100 ед. времени;
- Единица времени моделирования — 1 недели;
- Шаг модели — 0.25 недели;
- Количество *Запасов* на начало моделирования: 300 единиц;
- *Продажи*: первые 20 месяцев продажи стабильны на уровне 100 единиц в неделю, начиная с 20-й недели они возрастают на 50 единиц и далее стабильны;
- *Продуктивность*: 1 единица продукции вырабатывается одним человеком в течение недели;
- *Время на оптимизацию* персонала: 3 недели.

Ниже дан полный список формул модели в формате, в котором это позволяет экспортировать среда моделирования Vensim:

(01) FINAL TIME = 100

Units: нед.

Пояснение: The final time for the simulation / Итоговое время имитационного эксперимента

(02) INITIAL TIME = 0

Units: нед.

Пояснение: The initial time for the simulation / Начальное время имитационного эксперимента.

(03) SAVEPER = TIME STEP

Units: мес [0,100]

Пояснение: The frequency with which output is stored / Частота, с которой сохраняются данные эксперимента

(04) TIME STEP = 0.25

Units: нед. [0,100]

Пояснение: The time step for the simulation / Шаг имитационного эксперимента

(05) Запасы= INTEG (производство-продажи, 300)

Units: единиц продукции

(06) Планируемый объем производства = продажи

Units: единиц продукции/нед.

(07) Время на оптимизацию персонала= 3

Units: нед.

Пояснение: Время, требуемое для приведения количества Персонала в соответствии с Планируемым объемом производства.

(08) Необходимое количество персонала = Планируемый объем производства/продуктивность

Units: чел.

(09) Персонал= INTEG (Темп найма персонала, необходимое количество Персонала)

Units: чел.

(10) Продажи = 100+STEP (50, 20);

Units: единиц продукции/нед.

(11) Продуктивность=1;

Units: единицы продукции/нед./чел.

(12) Производство = Персонал*продуктивность;

Units: единицы продукции/нед.

(13) Темп найма персонала= Необходимое количество персонала — Персонал / Время на оптимизацию персонала;

Units: чел./нед.

Графики поведения модели представлены далее.

Согласно данной модели, *Запасы* продукции плавно падают с 300 единиц продукции до постоянного уровня в 150 единиц. Однако это не совсем верно: модель не учитывает необходимости наличия на складе определенного количества запасов для поддержания требуемого уровня продаж и не реагирует на колебания

Рис. 4.33. Динамика поведения модели управления запасами

потребительского спроса. Для этого нам потребуется немного доработать модель.

Изменим модель следующим образом: введем переменные *Целевое количество запасов, Корректировка запасов* и еще две переменные-константы (*Время, необходимое для корректировки запасов* и *Покрытие запасов*). Идея проста: *Целевое количество запасов* представляет собой количество запасов, которое требуется иметь компании для работы, ориентируясь на предположения о будущих продажах. Переменная Корректировка запасов представляет собой корректировку накопителя Запасы при его отклонении от целевого значения. В модели появляется новый контур обратной связи (выделен на рис. 4.34).

Время, необходимое для корректировки запасов — количество времени, за которое корректируется прогноз менеджмента по требуемому количеству запасов, которое должна иметь компания. *Покрытие запасов* — количество времени (в неделях), на которое должно хватить запасов компании (устанавливается компанией).

Добавленные переменные моделируются следующим образом:

Планируемый объем производства = Продажи + Корректировка запасов

Units: единиц продукции/нед.

Корректировка запасов = (Целевое количество запасов — Запасы) / Время, необходимое для корректировки запасов

Units: единиц продукции/нед.

Рис. 4.34. Итоговая потоковая диаграмма модели управления запасами

Время, необходимое для корректировки запасов = 2
Units: нед.
Целевое количество запасов = Продажи × Покрытие запасов
Units: единиц продукции
Покрытие запасов = 3
Units: нед.

Обратите внимание, что переменная *Корректировка запасов* влияет на переменную *Планируемый объем производства* (которая теперь ориентируется не только на *Продажи*, как в модели ранее), а также по цепочке приводит к изменению переменных Т*емп найма персонала, Персонал, Производство* и, в конечном счете, переменной *Запасы*. Это изменение в модели вызывает принципиально иное поведение системы — система осциллирует с затухающими колебаниями, как приведено на диаграммах рис. 4.35.

Как видно из диаграмм, при росте продаж *Запасы* корректируются до нового, более высокого уровня, а не падают как раньше. Динамика коррекции стала более сложной. Вначале, когда продажи одномоментно вырастают, запасы начинают падать, поскольку продажи в этот момент превышают производство. Соответственно, возрастает переменная *Корректировка запасов*, поскольку *Запасы* падают. Однако существует эффект запаздывания, поскольку компании требуется время для того, чтобы найти и нанять новых сотрудников. Приблизительно к 23-й неделе уровень производства выравнивается с уровнем продаж (150 единиц продукции в неделю),

Рис. 4.35. Поведение системы итоговой модели управления запасами

Запасы перестают падать и начинают расти (дно падения *Запасов* приходится как раз на это время, что легко отследить по графику *Запасов*).

Далее наблюдается интересный эффект: переменная *Запасы* растет вместе с *Производством*. До тех пор, пока *Запасы* находятся ниже уровня, задаваемого переменной *Целевое количество запасов*, растет уровень *Производства*, даже несмотря на то что оно уже превышает продажи. Фактически *Производство* должно вырасти заметно сильнее уровня продаж, чтобы компенсировать разницу, задаваемую переменной *Корректировка запасов*, прежде чем переменная *Темп найма персонала* начнет корректировать *Производство* в сторону уменьшения. Важно отметить также, что когда переменная *Запасы* сравняется с переменной *Целевое значение запасов* (это происходит ориентировочно на 27-й неделе), *Производство* все еще выше продаж, поскольку количество *Персонала* все еще превышает необходимое количество для этого уровня, вызывая продолжение роста *Запасов* (фактически запасы растут до 30-й недели). Происходит это потому, что в модели заложено реалистичное запаздывание (три месяца) на сокращение сотрудников.

Таким образом, мы смогли смоделировать феномен затухающей осцилляции запасов. Мы видим, что ***даже небольшое усложнение системы*** — однократное увеличение спроса с последующей стабильной динамикой на этом уровне — ***вызывает сложное нелинейное изменение в поведении системы***. Также сравнение с первой моделью позволяет подкрепить вывод, сделанный ранее в главе 1, о том, что *структура системы определяет ее поведение*.

Наконец, созданная имитационная модель позволяет получить широкий простор в проведении *анализа чувствительности*. Анализ чувствительности позволяет рассмотреть множество сценариев при изменении одной или нескольких переменных в модели. Например, нас интересует возможность более оперативно корректировать отклонения в запасах. Возможная гипотеза — снизить время корректировки запасов: уменьшить переменную *Время, необходимое для корректировки запасов* с двух недель до одной. В этом случае поведение системы будет выглядеть следующим образом:

Синий график с цифрой 1 обозначает поведение системы с временем для корректировки запасов равным одной неделе, красный график под номером 2 обозначает исходный график (рис. 4.36 на цветной вклейке).

Однако на практике получается результат, противоположный ожидаемому (эффект контринтуитивного поведения системы, отмечавшийся в главе 1): *с уменьшением времени корректировки запасов происходит увеличение амплитуды колебания запасов*: желание более быстро восстановить запасы приводит к необходимости

увеличения чрезмерных запасов в краткосрочном моменте. Вследствие наличия эффектов запаздывания в системе чрезмерные запасы вызовут необходимость последующей более глубокой коррекции запасов (и снижения персонала). Конечно же, это совсем не тот результат, к которому мы стремились.

Также в рамках анализа чувствительности нас могут, например, интересовать следующие вопросы:

- Ситуация 1: Как поведет себя система, если запаздывание в найме/увольнении персонала увеличится с 3 до 6 недель?
- Ситуация 2: Как поведет себя система, если после увеличения спроса на 20-й неделе, на 25-й неделе произойдет еще один скачок спроса на 30 единиц продукции с последующей стабилизацией на этом уровне?
- Ситуация 3: Как поведет себя система, если после увеличения спроса на 20-й неделе, на 30-й неделе произойдет возврат к изначальному спросу на уровне 100 единиц продукции?

На диаграммах цветной вклейки 4.37–4.39 представлены результаты имитационных экспериментов в зависимости от изменения некоторых ключевых параметров (цифрой 1 и синим цветом на графике отражено текущее значение с заданными условиями согласно одной из ситуаций, перечисленных выше; цифрой 2 и красным цветом — поведение системы в базовом сценарии, представленном на рисунках ниже).

4.5. Восприятие потоков и накопителей: управленческий подход

Восприятие потоков и накопителей представляется одним из принципиально важных аспектов в рамках принятия управленческих решений. Некорректное восприятие потоков и накопителей, смешение этих двух понятий может привести к критическим ошибкам в управлении, принятым вследствие некомпетентных решений.

Удивительно, но проблема восприятия потоков и накопителей исследована не столь глубоко, как это требовалось бы. В настоящий момент наиболее значительные труды в этой области принадлежат американским исследователям Джону Стерману (John Sterman) из Массачусетского технологического института и Линде Бут Суини (Linda Booth Sweeney) из Гарвардского университета. Их совместные исследования заложили основу изучения данной проблематики[1]. Многолетняя работа в области принятия динами-

[1] *Booth Sweeney L., Sterman J.D.* Bathtub Dynamics: Initial Results of a Systems Thinking Inventory // System Dynamics Review. 2000. 16 (4). P. 249–294; *Sterman J.D., & Booth Sweeney L.* Cloudy skies: Assessing public understanding of global warming // System

ческих решений проводилась научным коллективом под руководством Клотильды Гонзалес из университета Карнеги-Меллона[1].

Как будет видно из следующего раздела, концепция потоков и накопителей лежит в основе целого направления стратегического менеджмента, известного как ресурсный подход. Компании должны управлять денежным потоком для того, чтобы иметь необходимый уровень оборотного капитала, который в свою очередь должен адекватно соотноситься с изменением выручки (другого потока), влияя на уровень запасов. На индивидуальном уровне каждый из нас на ежедневной основе управляет собственными сбережениями (накопитель) посредством принятия решений по распределению доходов и расходов (соответственно входящих и исходящих потоков). Концепция потоков и накопителей может легко найти применение и в медицине — например, в управлении своим весом — баланс входящих и исходящих калорий (потоки) влияет на накопление жиров в теле человека. Таким образом, ***аккумулирование*** представляет собой один из базовых процессов, с которым мы сталкиваемся на ежедневной основе в личной и деловой жизни. Соответственно, *корректное понимание* процессов аккумулирования представляется принципиально важным для широкого круга принимаемых нами решений.

И, как показывают эксперименты, мы чрезвычайно плохо ориентируемся в процессах аккумулирования. Например, следующий простой эксперимент был проведен Джоном Стерманом и Линдой Бут Суини среди студентов MIT и Гарвардского университета. Вернемся к изображению ванночки на рис. 4.2, в которую вливается и одновременно выливается вода. Представим, что потоки вливающейся и выливающейся воды имеют разную скорость. Более того, они имеют разную динамику, представленную на рис. 4.40, где по вертиальной оси отложены данные по скорости потоков (в литрах в минуту), а по оси X — время (в минутах). Видно, что входящий поток воды, изображенный сплошной линией, изменяется неравномерно — линейно убывает с пикового значении в 100 л в минуту до нуля в период с начала и до четвертой минуты, далее линейно возрастает с нуля до значения 100 л в минуту с 4-й по 12-ю

Dynamics Review. 2002. 18 (2). P. 207–240; *Sterman J.* Does Formal System Dynamics Training Improve People's Understanding of Accumulation? // System Dynamics Review. 2010. 26 (4). P. 316–334.

[1] *Gonzalez C., Vanyukov P., Martin M.K.* The use of microworlds to study dynamic decision making // Computers in Human Behavior. 2005. 21 (2). P. 273–286; *Gonzalez C., Lerch J.F., Lebiere C.* Instance-based learning in dynamic decision making // Cognitive Science. 2003. Vol. 27, Issue 4; *Gonzalez C., Quesada J.* Learning in Dynamic Decision Making: The Recognition Process // Computational & Mathematical Organization Theory. 2003. Vol. 9, Issue 4. December. P. 287–304.

минуту и затем цикл снова повторяется. Исходящий поток, напротив, стабилен на всем отрезке времени и составляет 50 л в минуту. Представим, что изначальное количество воды в ванночке равно 100 л.

Рис. 4.40. Входящий и исходящий потоки воды в ванночке

Источник: *Booth Sweeney L., Sterman J.D.* Bathtub Dynamics: Initial Results of a Systems Thinking Inventory // System Dynamics Review. 2000. 16 (4). P. 249–294.

Вопрос: *Как меняется количество воды в ванночке в течение времени?*

Д. Стерман и Л. Бут Суини просили своих студентов нарисовать динамику изменения воды в ванночке.

Как оказалось, только 36 % студентов MIT смогли правильно ответить на данный вопрос[1]. Этот факт особенно примечателен, принимая во внимание, что большинство студентов MIT имеют серьезную математическую подготовку, и если только чуть более трети студентов смогли ответить на этот вопрос корректно, можно сделать вывод, что большинство студентов гуманитарных дисциплин вряд ли справятся с задачей более успешно. Однако важным выводом в данном случае является не столько сам факт ошибки, сколько системность такой ошибки, что представляет собой уже существенную угрозу в принятии управленческих решений.

Примеры неправильных ответов приведены на рис. 4.41. Пример корректного восприятия динамики воды в ванночке приведен на рис. 4.42, 4.43.

Пока не будем раскрывать, каким образом правильный ответ можно получить без проведения сложных вычислений.

Рассмотрим другой эксперимент из этой же серии, который предложил профессор MIT Джон Стерман[2]. На рис. 4.44 приведен

---

[1] *Booth Sweeney L., Sterman J.D.* Bathtub Dynamics: Initial Results of a Systems Thinking Inventory // System Dynamics Review. 2000. 16 (4). 249–294

[2] *Sterman J.D.* All models are wrong: Reflections on becoming a systems scientist // System Dynamics Review. 2002. 18. P. 501–531.

гипотетический график посетителей магазина за период времени в 30 минут. Слушателям программ MBA этого университета задавалось несколько простых вопросов:

1) В какой момент максимальное количество людей вошло в магазин?
2) В какой момент максимальное количество людей вышло из магазина?
3) В какой момент времени в магазине находится максимальное количество посетителей?
4) В какой момент времени в магазине находится минимальное количество посетителей?

Всего эскперимент был проведен среди 173 человек, студентов MBA программы MIT, а также среди слушателей других магистерских программ MIT и Гарвардского университета. Средний возраст опрошенных составил 29 лет, из которых 78 % мужчин и 22 % женщин. 71 % имели первое образование в области естественных или инженерных наук, остальные — в области гуманитарных наук (преимущественно в области экономики и бизнеса).

Некоторые примеры некорректного восприятия динамики изменения воды в ванночке. Данный эксперимент был неоднократно повторен автором в ходе своих занятий. Количество правильных ответов обычно варьируется в диапазоне 10–30 % (с поправкой на слушателей преимущественно экономических и гуманитарных специальностей)

Источник: Sterman J.D. All models are wrong: reflections on becoming system scientist. J.W. Forrester Prize lecture, 2002.

Рис. 4.41. Примеры некорректного восприятия динамики воды в ванночке

Обработав данные анкеты, Д. Стерман получил интересную статистику:

- на 1-й и 2-й вопросы 94 % респондентов дали правильные ответы;
- только 44 % и 31 % респондентов ответили правильно на вопросы 3 и 4;
- 17 % — ответили, что невозможно определить, когда в магазине находится максимальное количество посетителей;
- 25 % — ответили, что невозможно определить, когда в магазине находится минимальное количество посетителей;
- 29 % — неверно указали, что максимум посетителей на 8-й минуте (в момент максимального притока);
- 30 % — неверно указали, что минимум посетителей на 17-й минуте (в момент максимального оттока).

Рис. 4.42. Корректное изображение динамики воды в ванночке

Рис. 4.43. Корректное восприятие динамики изменения воды в ванночке
Источник: Sweeney L.B., Sterman J.D. Bathtub Dynamics: Initial Results of a System Thinking Inventory. System Dynamics Review, September 2000.

Повторение данного эксперимента автором в рамках своих занятий показало, что результаты, полученные Д. Стерманом и его коллегами в MIT и Гарвардском университетах, оказались недалеки от результатов, полученных в ведущих российских учебных заведениях — в частности, на занятиях в МГУ им. М. В. Ломоносова, а также на программах MBA и Executive MBA в Российской академии на-

родного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. В среднем в аудитории из 25–30 человек около 3–4 человек дают верные ответы, т.е. не более 10–15% от общего количества слушателей (!). Правильные ответы приведены в табл. 4.1.

Интересно, что для правильного ответа на вопросы 3 и 4 нет необходимости проводить сложные вычисления:

Таблица 4.1

В какой момент максимальное количество людей вошло в магазин?	На 4-й минуте
В какой момент максимальное количество людей вышло из магазина?	На 21-й минуте
В какой момент времени в магазине находится максимальное количество посетителей?	На 13-й минуте
В какой момент времени в магазине находится минимальное количество посетителей?	На 30-й минуте

Рис. 4.44. Эксперимент с посетителями магазина
Источник: Sterman J.D. All models are wrong: Reflections on becoming a systems scientist (2002).

- для того чтобы ответить на вопрос 3 (максимальное количество человек в магазине), достаточно просто понимать, что *накопитель растет, когда поток на входе больше потока на выходе и падает, когда поток на выходе превышает поток на входе*. соответственно, и количество людей, находящихся в магазине. Это происходит на 13-й минуте, после чего поток людей, которые выходят из магазина стабильно превышает поток входящих. Соответственно, с 13-й минуты и до конца отрезка времени, представленного на графике, количество людей в магазине убывает;

- для ответа на вопрос 4 (минимальное количество человек в магазине) можно просто продолжить логику ответа на вопрос 3: поскольку количество выходящих из магазина больше количества входящих, следовательно к 30-й минуте количество посетителей в магазине будет минимальным.

Возвращаясь к рис. 4.40, 4.42, 4.43 с указанием правильного ответа по динамике воды в ванночке, простейший расчет может быть сделан на основе анализа площадей заштрихованных треугольников. Площадь треугольника вычисляется по стандартной формуле (рис. 4.45).

Рис. 4.45. Расчет площади треугольника

Соответственно, с начала и до 2-й минуты в ванночку попало 50 л воды (0,5 × 100 л × × 2 минуты). Объем воды в ванночке увеличился на 50 л до 150 л. Со 2-й по 6-ю минуту происходил отток воды в размере 100 л (0,5 × 100 л × 4 мин), что уменьшило общее содержание воды со 150 до 50 л. С 6-й по 10-ю минуту, наоборот, входящий поток превышал исходящий — соответственно за этот отрезок времени объем воды планомерно увеличивался на 100 л. И так далее — в результате несложных вычислений получается динамика изменения воды, представленная на рис. 4.43.

Почему же в среднем мы так плохо воспринимаем потоки и накопители? В чем проявляется ошибка восприятия? Исследователи выделяют две проблемы:

1. Нам ***трудно корректно разграничивать понятия потоков и накопителей***, а также делать правильный вывод, что на что влияет. Например, далеко не каждый специалист по финансовой отчетности сможет сходу сообразить, что, например, отчет о прибылях и убытках состоит из потоков, а баланс — из накопителей, изменяемых «потоками» из отчета о прибылях и убытках (например, Чистая прибыль увеличивает Собственный капитал, балансовую статью).

2. Нам трудно ***корректно применять принцип аккумулирования***, не забывая о том, что количество каждого накопителя в каждый момент времени равняется *сумме изначального количества и входящего потока за вычетом исходящего потока*. Гораздо чаще мы пользуемся «ментальными трюками» по сглаживанию данных эффектов, применяя так называемую ***корреляционную эвристику*** (correlation heuristics)[1], согласно которой динамика накопителя

[1] Термин, предложенный Д. Стерманом и Л. Бут Суини в статье Bathtub Dynamics: Initial Results of a Systems Thinking Inventory // System Dynamics Review. 2000. 16 (4).

«должна соответствовать» (иными словами, повторять) *поведению потоков на входе/выходе*.

Такого рода «корреляционное мышление» является распространенной причиной ошибочного восприятия управленческой ситуации и, как следствие, принимаемых ошибочных решений. Наряду с концепцией обратной связи, понятием запаздывания и нелийностью поведения сложных систем концепция потоков и накопителей является фундаментом для развития навыков системного мышления. Многие специалисты по системной динамике настаивают на необходимости изучения потоков и накопителей с ранней школы — например, этому посвящены многие работы Линды Бут Суини, Джона Стермана, Клотильды Гонзалес и др.

* * *

Практическое приложение понимания эффекта аккумулирования многообразно. Значительный эффект понимания может быть достигнут в понимании сложных экономических процессов. В качестве примера можно привести рис. 4.46 с ростом безработицы в Испании в период с марта 2003 по декабрь 2011 г.

Если ориентироваться по столбцам ежеквартального прироста безработицы (величина чистого потока), то с сентября 2009 г. заметна «положительная» динамика — чистый приток безработных значительно уменьшился. Между тем линия тренда, показывающая общее количество безработных, продолжает возрастать. В данном случае общее количество безработных является накопителем, тогда как столбики — потоком. Соответственно, ситуация с общим количеством безработных не улучшилась, а продолжает ухудшаться на всем протяжении временного отрезка, представленного на рис. 4.46,— вплоть до декабря 2011 г. При этом темп прироста безработных действительно уменьшился. Таким образом, становятся хорошо видны потенциальные возможности для манипулирования экономическими переменными: чистый приток безработных, представленный сам по себе, может ввести в заблуждение, поскольку напрашивается вывод об улучшении ситуации в экономике, тогда как в действительности речь идет всего-то о падении темпов прироста количества безработных, но никак не о развороте тренда.

Подобных примеров можно привести множество. Интерес вызывает также тот факт, что даже если поведение системы представлено корректно, оно может быть неправильно проинтерпретировано (!) лицом, принимающим решение. В качестве примера на рис. 4.47 представлена диаграмма типичного поведения потока (inflow) в моделях систем, ведущих себя по принципу «превышение

Рис. 4.46. Динамика изменения безработицы в Испании в 2003—2011 гг.
Источник: www.zerohedge.com

Рис. 4.47. Типачная динамика изменения потока в системах, ведущих себя по принципу «превышение и коллапс»

и коллапс»[1]. Интересно, что обычно мало кто из слушателей может дать правильный ответ на вопрос: «В какой момент на диаграмме накопитель находится в максимальном значении?» На рис. 4.47 это отмечено соответствующей подписью. Оказывается, даже после замедления темпов потока накопитель продолжает рост по инерции — рост продолжается, хоть и более медленно. Падение темпов роста безработицы, инфляции и т.п. не означает кардинального изменения положения дел — население продолжает терять работу, а цены расти, хотя и более медленным темпом. То же справедливо, например, и для государственных заимствований — снижение дефицита бюджета означает, что заимствований потребуется меньше, но потребность в них все равно сохранится, соответственно, в абсолютном значении государственный долг продолжит расти.

Рис. 4.48. График потоков входящих и исходящих посетителей

Источник: Cronin M., Gonzales C., Sterman D. Why Don't Well-Educated Adults Understand Accumulation? A Challenge to Researchers, Educators, and Citizens.

Контрольные вопросы

- Более простой аналог данного эксперимента посещения магазина представлен на графике ниже. Попробуйте самостоятельно определить момент времени, когда в магазине находится минимальное и максимальное количество посетителей (рис. 4.48).

---

[1] *Breierova L.* Generic structures: overshoot and collapse. Prepared for the MIT System Dynamics in Education Project Under the Supervision of Prof. J. W. Forrester. July 21, 1997.

4.6. 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.

Ресурсный подход к организации в стратегическом управлении

Предмет «Стратегическое управление» (Strategic management) изучает конкурентное преимущество организации. Исследователи в области стратегического управления пытаются найти ответ на вопрос, почему одни организации более успешны, чем другие. Попытка объяснить рыночное превосходство одной организации над другой делается обычно посредством анализа конкурентных преимуществ.

Конкурентное преимущество является результатом воплощения хорошо проработанной стратегии организации. Многие факторы вносят вклад в формирование стратегического преимущества организации, выражающегося в том, что организация получает больше доходов, чем ее конкуренты. Некоторые относят к факторам формирования стратегического преимущества характер отрасли, в которой оперирует организация, другие — ресурсы и компетенции самой организации. Совокупность этих факторов в итоге реализуется в достижении и сохранении организацией стратегического преи-

---

[1] *Warren K.* Competitive Strategy Dynamics. John Wiley & Sons, 2002.

[2] *Warren K.* Strategic Management Dynamics. John Wiley & Sons, 2008.

мущества перед своими конкурентами, т.е «конкурентного преимущества».

При изучении сущности конкурентного преимущества прежде всего необходимо дать определение этому понятию. Конкурентное преимущество представляет собой результат стратегии фирмы, направленной на достижение и сохранение лидирующих позиций на рынке. Доля на рынке, занимаемая компанией, отражается в более высоких доходах по сравнению с ее конкурентами по отрасли (сравните, например, выручку и прибыль компании Apple с HP или Dell). Ниже кратко исследуются механизмы формирования устойчивого конкурентного преимущества (sustainable competitive advantage), возникающего из целенаправленной и согласованной стратегии организации.

Важно понимать, что устойчивое конкурентное преимущество возможно прежде всего вследствие наличия информационной асимметрии и механизма несовершенного распределения ресурсов на открытом рынке. В противном случае было бы ошибочно утверждать о существовании конкурентного преимущества как такового вообще, поскольку в данном случае реализация конкурентного преимущества одной организацией неизменно влекло бы быстрое копирование данного преимущства ее конкурентами и, таким образом, нейтрализации положительного эффекта от стратегии.

Начиная с конца 1950-х гг. разрабатывалось немало новых подходов, но только в начале 1960-х гг. концепция конкурентного преимущества стала изучаться более или менее систематически. Примерно в это время появляется и новая школа на базе Гарвардского университета. Подход представителей Гарвардской школы к анализу конкурентного преимущества в основном базировался на изучении влияния внешней окружающей среды на стратегию фирмы. В этой перспективе фирмы, которые работают в одной и той же сфере, имеют одинаковые данные на входе и, соответственно, вынуждены принять одинаковую стратегию. Все фирмы, занятые в одной сфере, имеют одинаковые возможности и вынуждены принимать одинаковые стратегии, имея при этом одинаковый результат. Если диверсификация условий и возможна, то только на очень короткий период.

Таким образом, успех фирмы есть возможность этой фирмы быть готовой отразить возможные угрозы и использовать существующие возможности, которые могут иметь место в той среде, в которой оперирует данная фирма. Процесс принятия стратегических решений и положительные результаты, которые получает фирма, находятся в сильной зависимости от внешних условий рынка.

Соотношение между фирмой и промышленной средой, в которую помещена данная фирма, определяет успешное положение фирмы на рынке и развивается по трем измерениям[1]:

1) фирма разрабатывает достаточно серьезную систему стратегических целей, принимая во внимание комплекс соответствующих функциональных линий поведения;

2) система целей и линии поведения должны быть приведены в соответствие с внешними условиям рынка, т.е. в момент принятия стратегии фирма должна учитывать сильные и слабые стороны данного сектора промышленности. Однако адаптированность фирмы к требованиям окружающей среды должна быть очевидной в динамической форме, в которой фирма и принимает решения в зависимости от внутренних и внешних изменений в соответствии с постоянно изменяющейся ситуацией;

3) стратегия должна преследовать цель создания «отличительных компетенций», каковыми являются «способы (...) распределения навыков и ресурсов, которые помогут ей (фирме) достичь целей»[2].

Таким образом, Хоуфер и Шендель принимают во внимание концепцию «отличительных компетенций» и соотносят их с конкурентным преимуществом. Они предлагают определять конкурентное преимущество как «уникальную позицию, которую организация занимает по сравнению со всеми ее конкурентами сквозь призму способов развертывания ее ресурсов», а отличительные компетенции как «способы (...) распределения навыков и ресурсов, которые помогут ей (фирме) достичь целей»[3]. Согласно исследователям, таким образом, фирма способна развить и организовать набор ресурсов, с помощью которых она в состоянии получить позицию конкурентного преимущества. Промышленные условия продолжают оставаться важными, но в то же время начинает играть большую роль возможность фирмы развить собственную стратегию как результат применения ее отличительных компетенций.

После Гарвардской школы наиболее значительные исследования конкурентного преимущества принадлежат Майклу Портеру, выдвинувшему в 1980-е гг. идею «цепочки наращивания стоимости». В соответствии с его подходом изучение стратегии должно основываться на трех элементах: внешние условия, поведение фирмы, рыночные результаты, которые получает фирма, приме-

---

[1] *Learned E.P., Christensen C., Andrews K.R., Guth W.D.* Business Policy. Home-wood, IL: Irwin. 1969.

[2] *Hofer C.W., Schendel D.* Strategy formulation: Analytical concept. Minnesota: West Publishing Company. 1978.

[3] Ibid. P. 25.

няя собственную стратегию. Успешное положение на рынке, которое может получить фирма, слагается из двух факторов: отрасли, в которой работает организация, и позиции, занимаемой ею на рынке.

Привлекательность отрасли зависит от пяти слагаемых силы конкуренции: от участников конкуренции, барьеров на входе для новых игроков, производителей товаров-субститутов, спроса потребителей и силы поставщиков. Взаимодействие этих сил влияет на увеличение прибыли, которая доступна фирмам, занятым в одной и той же отрасли.

На прибыль фирмы также влияет особое положение, которое занимает фирма в промышленной среде. Фирмы, которые заняты в одной отрасли, могут принять решение о применении различных стратегий, выбирая между так называемыми генерическими стратегиями конкуренции:

1) ценовое лидерство, когда фирма предлагает тот же продукт за меньшую цену, чем ее конкуренты;

2) дифференциация, в которой фирма предлагает несколько отличный продукт (более высокое качество и больший набор функций) по более высокой цене. В этом случае фирма должна зафиксировать цену на уровне, которого достаточно для покрытия расходов на поддержание марки этого отличительного продукта. Если же это не выполняется, стратегия дифференциации приведет к бóльшим затратам, которые не будут покрываться более высокими прибылями;

3) концентрация на одной из двух стратегий, но с большим фокусом на ограниченном сегменте рынка. В этом случае будет также иметь место концентрация на ценовой политике, если фирма примет решение идти по принципу демпинга на этом ограниченном сегменте рынка, а также дифференцирующий фокус, если фирма принимает решение идти по принципу дифференцирующей стратегии.

Позиции, которые несовместимы ни с одним из трех приведенных вариантов, обозначаются Портером как «застревание посередине» (stack in the middle), что не позволяет фирме получить даже средние рыночные прибыли. Объясняя процесс преимущества в конкуренции, Портер вводит концепцию «ценовой цепочки», которую он комментирует так:

«Преимущество конкуренции слагается из способности фирмы провести необходимые операции с затратами, которые в среднем были бы ниже, чем затраты конкурентов, либо же предложить на рынке такие уникальные услуги, которые приобретут спрос

у покупателей и позволят производителям диктовать собственную цену»[1].

Иными словами, стратегия фирмы проистекает из «способов, которыми она оперирует для согласования множества действий в ценовой цепочке по отношению к конкурентам»[2].

Более того, ценовая цепочка каждой фирмы будет взаимодействовать с ценовой цепочкой любой другой фирмы, которая находится на цепочке производства.

Таким образом, как в Гарвардской школе, так и в подходе Портера, именно отрасль, в которой работает организация, определяет возможности, риск, ресурсы и затраты, которые фирмы должны принять во внимание. Начиная с Гарвардской школы и до М. Портера, окружающая среда организации занимает центральную роль, влияя в большей или меньшей степени на стратегию компании и на ее способность занять выгодную позицию на рынке. Однако в Гарвардской школе роль, которую играет промышленная среда, занимает гораздо более значительное положение, чем в подходе М. Портера. Анализ Портера подчеркивает возможность фирмы свободно принимать решение относительно своей стратегии, внедряя подход, основанный на расчете цены, с учетом дифференциации или особого фокусирования. Рынок поддерживает его важность, но создается впечатление, что фирмам предоставляется большая степень свободы.

В соответствии с положениями Гарвардской школы стратегия является результатом одностороннего взаимодействия промышленности и фирм, от внешней к внутренней среде, с достаточно сильным уклоном в сторону подхода структура – поведение – результат (structure – conduct – performance): структура отрасли диктует стратегию компании, которая определяет результаты деятельности организации. Вклад Портера позволяет сделать модель менее жесткой, предоставляя фирме возможность свободно перемещаться на рынке и разрабатывая одну из трех вероятных стратегий.

В 1980-е гг. в области изучения конкурентного преимущества был разработан новый подход. Основанный на анализе ресурсных возможностей, он предполагает выбор одной фирмы, ее стратегию, ресурсы, сильные и слабые стороны как объекты исследования. При изучении возможности установления длительных и устойчивых конкурентных преимуществ, концентрация на внутренних возможностях становится единственно приемлемой внутренней пер-

---

[1] *Porter M.E.* Towards a Dynamic Theory of Strategy // Strategic Management Journal. 1991. Vol. 12. P. 95–117.

[2] Ibid. P. 104.

спективой, а процесс накопления внутренних ресурсов оказывается единственно возможным.

До 1980-х гг. ресурсный подход был представлен лишь несколькими фрагментарными публикациями. Наиболее ранней отсылкой к ресурсному подходу считаются работы экономистов Эдварда Чэмберлина и Джоан Робинсон в 1930-е гг[1]., которые позже были развиты в работах Эдит Пенроуз[2]. Вместо того чтобы искать истоки конкуренции в анализе рынка и внешней среды, эти авторы подчеркивали разносторонность природы организаций и то, что уникальные ресурсы и организационные возможности компаний, способные привести к несовершенной конкуренции, позволяли получать им сверхприбыли. Так, Эдвард Чэмберлин отмечал, что ключевые организационные возможности включали в себя технологические ноу-хау, репутацию, торговые марки, способность менеджеров кооперироваться для достижения целей организации и т.п., что подтверждается и многими современными исследованиями[3]. Широкую известность получили работы Эдит Пенроуз, где подробно излагались экономические основы ресурсного подхода: «Организация представляет собой больше, чем просто административную единицу, это также совокупность ресурсов, распределение которых между разными пользователями с течением времени посредством принятия административного решения»[4].

Приведенная цитата подчеркивает важный аспект ресурсного подхода, особенно популярный у современных исследователей — роль менеджеров в развитии и распределении ресурсов[5], а также вопрос соотношения ресурсов и масштабов организации[6]. Однако на долгое время работа Пенроуз оставалась единственным в своем роде исследованием теоретической экономики, подчеркивающей мысль о важности различий между организациями.

Чтобы лучше определить главные позиции, которые подчеркивают ресурсно-ориентированный подход, можно воспользоваться

---

[1] *Chamberlin E.* The Theory of Monopolistic Competition. Harvard University Press. First edition, 1933. 8th ed., 1962; Robinson J. The Economics of Imperfect Competition. 1st ed. L.: Macmillan, 1933; 2nd ed., 1969.

[2] *Penrose E.* The Theory of Growth of the Firm. Oxford: Blackwell, 1959.

[3] *Day G. S., Wensley R.* Assessing advantage: A framework for diagnosing competitive superiority // Journal of Marketing. 1988. 52 (April). P. 1–20.

[4] *Penrose E.* 1959. P. 24

[5] *Amit R., Schoemaker P. J. H.* Strategic Assets and Organizational Rent // Strategic Management Journal. 1993. Vol. 14. P. 33–46.

[6] *Chatterjee S., Wernerfelt B.* The link between resources and type of diversification: Theory and evidence // Strategic Management Journal. 1991. 12 (January): 33–48.

исследованиями Дж. Барни[1]. Он пытается определить подход, основанный на ресурсах фирмы на базе противопоставления главным характеристикам того, что он называет моделями внешней среды организации» (environmental models). Разница между этими подходами значительна, однако ресурсный подход пренебрегает двумя предельно важными допущениями, на которых строятся модели окружающей среды:

1) гомогенность ресурсов и возможностей среди фирм, которые оперируют в одной и той же сфере;

2) предельная мобильность ресурсов (далее суть этих различий рассматривается подробно).

Одной из главных проблем стратегического менеджмента является проблема понимания того, как формируется конкурентное преимущество. С 1960-х гг. подобный анализ проводился в единых рамках, проиллюстрированных на рис. 4.49[2].

Рис. 4.49. Модели формирования конкурентного преимущества организации (1960–1970-е гг.)

Согласно данному подходу, организации получают конкурентное преимущество посредством реализации стратегий, которые активно используют их сильные стороны для реализации возможностей, предоставляемых внешней средой, одновременно нейтрализуя внешние угрозы и борясь с внутренними слабостями. Большинство исследований по источникам конкурентного

---

[1] *Barney J. B.* Firm resources and sustained competitive advantage//Journal of Management. 1991. 17 (March). P. 99–120.

[2] *Ansoff I.* Corporate Strategy. N. Y.: McGraw-Hill. 1965.

преимущества вплоть до середины 1980 гг. фокусировалось либо на изолировании возможностей и угроз[1], на описании внутренних сильных и слабых сторон организации[2], либо же на анализе, как первые и вторые факторы соотносятся при выборе той или иной стратегии.

К середине 1980-х гг. наибольшую популярность получили исследования Майкла Портера, которые, по выражению Барни, «были направлены на описание внешних условий окружающей среды организаций, способствующих высоким показателям деятельности организаций»[3]. Так, например, уже упоминавшаяся выше модель пяти сил конкуренции М. Портера задает критерии привлекательной отрасли, предполагая, что возможности для компаний в этих отраслях будут выше, чем в других отраслях, а угрозы, соответственно, ниже.

Эти допущения обеспечивали концептуальную основу, отталкиваясь от которой модели внешней среды организации могли описывать отраслевую конкуренцию с точки зрения одной-единственной фирмы. Каждая фирма, которая занята в одной и той же отрасли, может получить один и тот же объем прибыли (по типу рычага), что зависит от структурных условий рынка. Однако в этом случае не остается места для стратегии отдельной фирмы: необходимо единообразное стратегическое планирование для всего множества фирм, которые действуют на одном и том же пространстве рынка. Единственный выбор, который может сделать фирма, это то, на каком именно рынке производства она может найти себе применение, отталкиваясь от анализа рыночных возможностей.

Однако подобного рода исследования в области стратегического менеджмента мало внимания уделяли анализу уникальности самой организации. Как уже отмечалось, до середины 1980-х гг. исследования основывались на двух важных допущениях, которые позже были оспорены сторонниками ресурсной теории:

1) исследования Портера и других предполагали, что компании внутри определенной отрасли однообразны в смысле использования ресурсов и выработки своих стратегий — гомогенны[4];

---

[1] *Porter M.E.* Competitive Strategy. N.Y.: The Free Press, 1980.

[2] *Stichcomber A.L.* Social structure and organizations / ed. I. G. March. Handbook of Organizations. Chicago: Rand-McNally, 1965. P. 142–193.

[3] *Barney J.B.* Firm resources and sustained competitive advantage // Journal of Management. 1991. 17 (March). P. 112.

[4] *Rumelt R.P.* Towards a strategic theory of the firm // Competitive Strategic Management / Ed. Richard B. Lamb. Engelwood Cliffs. NJ: Prentice-Hall, 1984. P. 566–570.

2) 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, высоко мобильны — могут быть сравнительно быстро куплены и проданы на соответствующих рынках[1].

В полемику с данным подходом вступил ресурсный подход (resource — based view), который через десять лет после своего первого появления в исследованиях Биргера Уэрнерфельта[2] 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 ими ресурсами. Вторая предпосылка заключается в том, что ресурсы немобильны, 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. Подобные ресурсы, равно как и компетенции, созданные при их использовании, были названы «липкими» (sticky)[3]. Эти ресурсы также называют идиосинкратичными[4], или фирмоспецифическими (firm specific)[5]. Как утверждает Петераф: «Будучи мало мобильными или немобильными вовсе, ресурсы невозможно перепродать, вследствие чего они становятся менее полезными прочим потенциальным пользователям, они не так легко передаются от того, кто ими пользуется изначально»[6]. Создание долгосрочного конкурентного преимущества зависит от тех специфических особенностей фирмы и от тех ресурсов, которые не так легко передать.

Таким образом, ресурсная теория организации (resource-based model of the firm) рассматривает источники конкурентного преиму-

---

[1] *Barney J. B.* Strategic factor markets: Expectations, luck and business strategy // Management Science. 1986. 32 (October). P. 1231–1241.

[2] *Wernerfelt B.* A resource-based view of the firm // Strategic Management Journal. 1984. 5 (April-June). P. 171–180.

[3] *Ghemawat P.* Commitment: the dynamic of strategy. N.Y.: Free Press, 1991.

[4] *Lado A. A., Nancy G. B., Wright P.* A competency-based model of sustainable competitive ad-vantage: Toward a conceptual integration // Journal of Management. 1992. 18 (March), P. 77–91.

[5] *Peteraf M. A.* The Cornerstone of Competitive Advantage: a Resource-Based View // Strategic Management Journal. 1993. Vol. 14. P. 179–191.

[6] Ibid. P. 183.

щества организаций и пути их возникновения основываясь на данных предпосылках.

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 (то, как его понимал М. Портер) уменьшается по мере того, как фирма крепнет, становясь более способной влиять своими решениями на изменение окружающей среды.

В рамках ресурсного подхода разграничивается понятие ресурсов и компетенций. Различие между ресурсами и компетенциями очень важно, и зависит это от того, каким именно способом фирмы могут их приобрести и развить. Фирмы могут приобрести необходимые ресурсы в процессе работы на рынке и разработать собственные компетенции в процессе их применения. Таким образом, компетенции являются результатом того, каким образом фирма использует собственные ресурсы, чтобы наработать собственные навыки. Ресурсы приобретаются свободно на рынке, в то время как компетенции — только внутренним развитием фирмы в ее повседневном функционировании. Таким образом, компетенции приобретаются с условием установки на особые способы применения фирмой собственных знаний.

Будучи однажды разработанными, они влияют на те ресурсы, из которых начали свое развитие, трансформируют эти самые ресурсы во что-то новое по сравнению с тем, в каком состоянии они находились в момент начала развития. Результатом становится прежде всего то, что ресурсы и компетенции постоянно изменяются, испытывая эффект нормальной организационной деятельности.

Компетенции можно разделить на две основные группы:

1) имплицитные компетенции, являющиеся результатом молчаливого процесса обучения, которое приобретается путем ежедневной работы, как, например, «обучение на практике» (learning by doing). Эти компетенции невозможно преобразовать в компетенции эксплицитные, поскольку это внутренние наработки каждого из работников;

2) в противоположность первым эксплицитные компетенции находят свое отражение в правилах организации, кодах поведения и прочих знаниях, которые зафиксированы в письменной форме. Эти компетенции можно легко распознать: они приобретаются и широко распространены среди работников, поскольку доступны в эксплицитно сформулированных правилах и процедурах.

Процесс развития компетенций в равной мере имплицитен (скрыт) и эксплицитен (очевиден). Он эксплицитен, поскольку положения, разработанные и установленные правлением, могут легко передаваться. Но он и имплицитен, поскольку работники в процессе ежедневного приобретения опыта приобретают и знания о новых способах и подходах к распределению компетенций, что изменяет (естественным способом) и сами правила эксплицитной организации.

Таким образом, компетенции можно определить как особые навыки по наиболее эффективному использованию ресурсов, которыми обладает фирма. Рид и де Филиппи подчеркивают двусторонний характер компетенций:

1) источником компетенций всегда является внутренняя деятельность фирмы;

2) компетенция порождается из процесса, через который проходит фирма в своем использовании ресурсов в рамках конкурентной борьбы[1].

Рассмотрев роль компетенций в деятельности организаций, необходимо уточнить, что включает в себя понятие «ресурс». 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[2]. Иными словами, в рамках понятий традиционного стратегического управления ресурсами организации являются ее сильные стороны (strengths), на основе которых строится стратегическое преимущество организации.

Разные исследователи создавали различные списки ресурсов компаний, которые позволяют организациям отстраивать свое конкурентное преимущество. Барни в классификации ресурсов организации выделяет три ключевые категории: материальные ресурсы, человеческие ресурсы и организационные ресурсы[3]. К материальным ресурсам относятся конкретные промышленные технологии, используемые организацией, заводы и оборудование, здания, географическое положение, сырье и т.п. Организационные ресур-

---

[1] *Reed R., DeFillippi R.J.* Causal ambiguity, barriers to imitation and sustainable competitive advantage // Academy of Management Review. 1990. 15 (January). P. 88–102.

[2] *Daft R.L., Weick K.E.* Toward a model of organizations as interpretation systems. Academy of Management Review. 1984. 9. P. 284–295.

[3] *Barney J.B.* Firm resources and sustained competitive advantage // Journal of Management. 1991. 17 (March). P. 99–120.

сы включают образование, опыт, повышение квалификации, интеллектуальный уровень менеджеров и работников организации[1]. Организационный капитал включает формальную структуру отчетности в компании, механизм формального и неформального планирования, контроля и координации, и даже неформальные взаимоотношения как между группами внутри организации, так и между организацией и внешней средой[2].

Далеко не все ресурсы из списка представляют собой стратегическую ценность. Некоторые наоборот могут даже препятствовать реализации успешных стратегий[3] или же вообще не иметь существенного влияния на деятельность организации. 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);
2) ресурс должен быть редким: спрос на ресурс должен значительно превышать его предложение;
3) ресурс должен быть неподверженным копированию или замене субститутами: для того чтобы быть редким, ресурс должен быть немобильным, а также достаточно затратным для копирования или имитации.

Как отмечалось выше, ресурс может считаться ценным, если он помогает организации завоевать лучшую по сравнению с конкурентами позицию на рынке. В рамках традиционной модели «сильных/слабых сторон организации и возможностей/угроз» ценные ресурсы помогают организации реализовывать возможности для укрепления своей позиции на рынке и своевременно нейтрализовывать угрозы.

По определению ценные ресурсы не могут быть широко распространенными. Организация имеет конкурентное преимущество, когда она реализует стратегию по созданию добавочной стоимости компании, которую сложно скопировать конкурентам. Если доступ к ценному ресурсу имеют многие компании, тогда каждая из этих компаний может использовать ресурс таким же образом для реализации одной и той же стратегии, кото-

---

[1] *Becker G. S.* Human Capital. N. Y.: Columbia, 1964.

[2] *Tomer J. F.* Organizational Capital: The path to higher productivity and well-being. N. Y.: Praeger, 1987.

[3] *Barney J. B.* Organizational culture: can it be a source of sustained competitive advantage? // Academy of Management Review. 1986. 11 (3). P. 656–665.

рая вряд ли уже сможет создать ей конкурентное преимущество. Однако, как отмечает Барни, несмотря на утверждение о том, что конкурентное преимущество базируется на ценных и редких ресурсах, было бы ошибочно предполагать, что все остальные ресурсы — не столь редкие — бесполезны. Напротив, ресурсы, которые распространены, также представляют ценность, поскольку именно их наличие обусловливает степень выживаемости организации в кризисные периоды. Такого рода ресурсы в ситуации конкурентной борьбы хоть и не создают очевидного конкурентного преимущества, но увеличивают возможность выживаемости организации[1].

Очевидно, что ценные и редкие ресурсы могут стать источником продолжительного конкурентного преимущества только в случае, если компании-конкуренты, не имеющие данных ресурсов, не смогут получить их и в будущем. Согласно С. Липпману и Р. Румельту, такого рода ресурсы являются «сложно копируемыми» (imperfectly imitable)[2]. Как отмечают Ингемар Дирикс и Карел Кул, ресурсы организации представляются слабо возможными для подражания в трех основных случаях:

1) если возможность компании обладать ресурсом определяется уникальными историческими условиями развития (unique historical conditions);
2) если связь между ресурсом, которым обладает организация, и ее соответствующим конкурентным преимуществом представляется неясной и сложной для понимания (causally ambiguous);
3) если ресурс, представляющий источник конкурентного преимущества организации, характеризуется социальной сложностью (socially complexity)[3].

Согласно сторонникам ресурсного подхода, одной из основных проблем традиционного стратегического менеджмента является невнимание к тому, каким образом организация получила конкурентное преимущество, а именно положение о том, что деятельность организации может быть оценена независимо от конкрет-

---

[1] *Barney J. B.* Returns to bidding firms in mergers and acquisitions: Reconsidering the relatedness hypothesis. Strategic Management Journal. 1988. 9. P. 71–72; *McKelvey W.* Organizational systematics: Taxonomy, evolution, and classification. Los Angeles: University of California Press. 1982.

[2] *Lippman S. A., Rumelt R. P.* Uncertain imitability: An analysis of interfirm differences in efficiency under competition // Bell Journal of Economics. 1982. 13 (Autumn). P. 418–438.

[3] *Dierickx I., Cool K.* Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage // Management Science. 1989. 35 (December). P. 1504–1511.

ных исторических условий, в которых формировалась организация, или же без учета ее уникальных особенностей[1]. Сторонники ресурсной теории не одиноки в признании важности исторического пути как одного из мощных детерминант показателей деятельности организации. Например, теоретики стратегического менеджмента 1960-х гг. часто приводили уникальные условия, в которых компания была основана или развивалась, в качестве важных составляющих успеха ее деятельности.

Важность времени при приобретении дополнительных ресурсов также подчеркивается П. Гемаватом[2]. Временной разрыв между фирмами, которые первыми смогли развить конкурентные преимущества, и их конкурентами, пытающимися их имитировать, он обозначает термином «запаздывание ответных действий» (response lags).

Подобные запаздывания ответных действий становятся результатом всех задержек, которые конкуренты не смогли наверстать, что в итоге не позволяет им распознать и скопировать успешную модель. Временной разрыв, который изначально имел место, увеличивается с течением времени, что неизбежно играет не на пользу конкурентам. Однако здесь есть существенный риск: организация, которая первой начинает тестировать стратегию, еще не имевшую подтверждения эффективности на предварительной практике, рискует оказаться в неопределенной и даже неудачной ситуации, если новая стратегия не даст ожидаемого позитивного эффекта.

Дирикс и Кул также рассматривают временные рамки приобретения ресурсов. По их мнению, долгосрочные модели инвестирования позволяют обеспечить более эффективные результаты деятельности организации. В соответствии с этой идеей было бы лучше, если бы фирма разработала долгосрочную политику инвестирования, поскольку иначе политика инвестирования будет характеризоваться единоразовым небольшим инвестированием (точечный характер инвестирования). Это неизбежно приводит к неэффективному вложению более крупных сумм и отсутствию последовательности в выборе инвестиционной стратегии.

Целью такой инвестиционной политики является создание ресурсов и компетенций, которыми фирма может пользоваться для создания продолжительного конкурентного преимущества, что создало бы естественные преграды к возможности копирования модели. Однако необходимость постоянного инвестирования для того,

---

[1] *Scherer F. M.* Industrial market structure and economic performance. Boston: Houghton Mifflin, 1980.

[2] *Ghemawat P.* Sustainable advantage // Harvard Business Review. 1986. 64 (5). P. 53–58.

чтобы создавать и поддерживать подобные преграды, будет неизбежно меняться — в зависимости от степени конкуренции и эффективности защиты от копирования, которая существует внутри самого рынка, на котором оперирует фирма.

Как уже исследовалось в главе 3, некоторые экономисты подробно разбирают модели «зависимости пути» (path dependence), в которых успешная деятельность организации и ее последующие шаги зависят от уникальных исторических особенностей. Согласно этим исследователям, деятельность организаций не зависит исключительно от структуры отрасли; если организации удается получить доступ к ценным и редким ресурсам в процессе своего жизненного пути (пути развития), ее конкуренты, не имеющие возможности пройти такой же путь, не будут иметь доступ к этим ресурсам. Таким образом, связь между сложной природой понимания (social ambiguity) ресурсов организации и вследствие этого трудностью их копирования конкурентами широко описана в научной литературе. Сложная природа понимания ресурса наблюдается в том случае, если связь между ресурсом, контролируемым организацией, и ее конкурентным преимуществом плохо понимается организацией или не понимается вообще. Для того чтобы сложное понимание природы ресурса оставалось конкурентным преимуществом организации, все конкуренты должны иметь неправильное/неясное понимание связи данного ресурса с конкурентным преимуществом данной организации. Если хотя бы одному конкуренту удастся понять эту взаимосвязь, в долгосрочном периоде данная информация распространится среди остальных конкурентов, и организация потеряет свое конкурентное преимущество.

Сложная природа понимания ресурса предотвращает процесс свободной передачи знаний между фирмами — прежде всего ресурсов и компетенций, что и скрывает те способы, благодаря которым создается конкурентное преимущество. Внутренние условия для создания продолжительного конкурентного преимущества довольно трудно понять за пределами фирмы. Причины, приводящие к сложности понимания природы ресурса, кроются в принципиальной непередаваемости знаний, в особенности того массива знаний, который скрыт в людях и который трудно понять и передать вне специфического контекста, в котором это знание и было создано.

Рид и де Филиппи для более наглядного понимания данного феномена вводят понятие «скрытность» (tacitness), отмечая, что скрытность является неотъемлемой составляющей любой компетенции: «Разброс навыков, которые могут быть ключом к конкурентному преимуществу, может быть столь же широк, сколько может быть широкой сфера деятельности фирмы [...] Что же самое

главное в подобной скрытности, так это неспособность даже самого опытного работника кодифицировать те принципы, которыми он руководствуется при принятии решения. Таким образом, скрытность порождает неоднозначность через уровень неосознанности действия со стороны того, кто принимает решение. Вследствие этого причинная связь между действиями и их результатами остается более чем непонятной для конкурентов»[1].

До тех пор, пока взаимосвязь между стратегически ценным ресурсом организации остается сложной для понимания, конкурентам сложно и подчас невозможно скопировать конкурентное преимущество. Согласно Демсицу, иногда сложно понять, почему одни компании постоянно показывают лучшие результаты деятельности, чем их конкуренты[2]. В основе этого недопонимания и лежит сложность природы понимания влияния ресурсов на конкурентоспособность организации.

И, наконец, третьей причиной трудности копирования ресурсов организации может служить (социальная) сложность.

В данном вопросе существуют две точки зрения. Рид и де Филиппи описывают сложность как совокупность использованных ресурсов и компетенций, общий эффект от которых плохо поддается анализу со стороны. В результате же создаются достаточно сложные преграды, которые не позволяют другим фирмам сымитировать действия и понять механизм, создающий конкурентное преимущество: «Сложность, которая кроется как внутри, так и между компонентами компетенций фирмы, служит залогом того, что всего лишь несколько человек, обладающих достаточным и глубоким знанием, если таковые имеются, могут ухватить всю тонкость ситуации (...) сложная природа понимания ресурса произрастает из сложности ситуации, потому-то и возможность имитации, основанной только на наблюдениях, уменьшается»[3].

Барни, занимающий несколько иную позицию, использует термин «социальная сложность» (social complexity), считая социально сложными те ресурсы, использование которых соотносится с комплексом социальных явлений, как, например, организационная культура, отношения между работниками и репутация. В определении Барни социальная сложность необязательно связана со сложностью понимания природы ресурсов фирмы. Можно понять основу конкурентного преимущества организации,

---

[1] *Reed R., DeFillippi R. J.* Causal ambiguity, barriers to imitation and sustainable competitive advantage // Academy of Management Review. 1990. 15 (January). P. 88–102.

[2] *Demsetz H.* Industry structure, market rivalry and public policy // Journal of Law and Economics. 1973. 16. P. 1–9.

[3] *Reed R., DeFillippi R. J.* Op. cit. P. 94.

однако это понимание все равно не позволит скопировать конкурентное преимущество, так как конкурирующие организации не будут способны в такой же ситуации внедрить ту же самую стратегию. Иными словами, социальная сложность — это сумма различных культурных, социальных, ситуативно обусловленных факторов, которые вовлечены в создание конкурентного преимущества.

Неудачная попытка воспроизвести американскими автомобильными компаниями опыта Японии является хорошим тому примером. Система производства в Японии — это сложная сумма различных факторов (технических, социальных, культурных). Взаимодействие этих факторов создает неповторимый облик производства, который было бы трудно имитировать тем фирмам, которые действуют в другом социальном и культурном контексте. Перенос данной системы в культурно-социальное пространство США породило новые модели производства, которые отличаются как от исходной японской, так и от классической американской. Американская имитация может рассматриваться как взаимодействие исходной технической модели с иными социальными и культурными условиями. Но впоследствии они и становятся основой для создания новых систем производства.

Согласно Барни, когда конкурентное преимущество основывается на социальной сложности, возможности конкурентов по имитации значительно затруднены. Большое количество ресурсов в организации может быть отнесено к категории социально сложных: неформальные отношения между ключевыми менеджерами в организации[1], культура организации, репутация компании у поставщиков и потребителей[2]. Такого рода ресурсы остаются сложными для копирования конкурентами до той степени, пока они не являются продуктом целенаправленного управления, а создаются спонтанно и во многом неформально — так называемая социальная инженерия, находящаяся за пределами непосредственного контроля организаций[3].

Данный критерий основывается преимущественно на материальной стороне ресурсов в организации. Материальная сложность — как, например, наукоемкие технические приборы, робототехника или же сложные информационные системы управленческого учета и оптимизации бизнес-процессов — сама по себе может быть по-

---

[1] *Hambrick D.* Top management teams: Key to strategic success // California Management Review. 1987. 30. P. 88–108.

[2] *Klein B., Leffler K.* The role of price in guaranteering quality // Journal of Political Economy. 1981. 89. P. 615–641.

[3] *Porras J., Berg P. O.* The impact of organizational development // Academy of Management Review. 1978. 3. P. 249–266.

тенциально скопирована. Однако эксплуатация подобных сложных механизмов в организации требует использования социально сложных ресурсов — сотрудников с соответствующей подготовкой и навыками, приемов работы и кооперации и т.п. В случае если эти компоненты используются посредством сложных социальных ресурсов, можно говорить о наличии и с их стороны социальной сложности, препятствующей прямому копированию конкурентами. Ведь если даже конкурирующая организация получит доступ к аналогичным технологиям и оборудованию, однако без соответствующих навыков по их столь же эффективной эксплуатации конкурентное преимущество организации не пострадает.

Важным постулатом ресурсной теории является также утверждение о (interconnectedness of resources). При обсуждении взаимосвязи между ресурсами необходимо выделить два важных эффекта: эффект масштаба от аккумулирования ресурса (asset mass efficiency) и взаимосвязанность накопителей ресурсов (interconnectedness of asset stock)[1].

Эти механизмы основываются на разграничении уже знакомых нам по этой главе таких понятий, как «поток ресурса» (asset flow) и «накопитель ресурса» (asset stock). При описании эффекта масштаба от аккумулирования ресурса Дирикс и Кул делают упор на то, что большое скопление некоторого ресурса вызывает еще большую скорость его дальнейшего увеличения. Данный механизм аккумулирования ресурса хорошо известен в системно-динамическом анализе как эффект положительной обратной связи (подобный механизм так же можно описать как процесс «успех порождает успех»).

Эффект масштаба от аккумулирования ресурса представляет собой важнейший механизм, который вынуждает организацию инвестировать больше в развитие некоторых ресурсов, заставляя саму себя последовательно следовать намеченной стратегии. Накопление критического количества ресурсов становится первой стадией поддержки процесса asset mass efficiency. В свою очередь взаимосвязанность постоянных ресурсов (interconnectedness of asset stock) — это механизм, позволяющий фирме увеличивать запас конкретного ресурса, при этом имея возможность увеличить и количество прочих ресурсов. Благодаря этому механизму количество ресурсов постоянно растет по принципу саморазвивающейся спирали.

В то же время отсутствие некоторых необходимых ресурсов может плохо повлиять на развитие других ресурсов, которые с ними

---

[1] *Ingemar D., Cool K.* Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage // Management Science. 1989. 35 (December). P. 1504–1511.

связаны. Как отмечают Дирикс и Кул, «приращение уже существующих активов может зависеть не только от уровня развития данного актива, но также и от уровня развития прочих активов [...] Здесь трудность строительства одного актива соотносится не с начальным уровнем этого самого ресурса, а с низким уровнем другого ресурса, который необходим ему для дальнейшего роста»[1].

Хорошим примером того, как действуют подобные механизмы, может стать пример расходования средств на наукоемкие исследования (R&D). При разработке нового продукта, чем лучше произведен анализ рынка и запросы покупателей, тем выше вероятность эффективной отдачи деятельности R&D. Суммируя сказанное, укрепление взаимоотношений между ресурсами служит как бы катализатором процессов, приводящих к возрастанию сложности и взаимозависимости.

Условия, согласно которым ресурсы организации становятся основой ее конкурентного преимущества в упрощенном виде, представлены на рис. 4.50. Очевидно, что организации не могут так просто «приобрести» конкурентное преимущество на открытом рынке, как, например, капитал, трудовые ресурсы или технологии. Конкурентное преимущество следует искать в редких, трудноподдающихся копированию стратегически ценных ресурсах организации.

Лишь в 1994 г., через десять лет после своей первой публикации, Уэрнерфельт получил премию «Журнала стратегического управления» (Strategic Management Journal) за лучшую работу в области стратегических исследований с формулировкой за «раннее распознание важного направления стратегического менеджмента»[2]. Тем самым научное сообщество признало, что ресурсный подход, сочетающий экономическую теорию и реальную управленческую практику, стал центральным направлением развития в области стратегических исследований.

В настоящее время ресурсный подход в разработке стратегии насчитывает несколько разных школ. Будучи едины в понимании того, что конкурентное преимущество рождается вследствие умелого управления уникальными комбинациями ресурсов и компетенций фирмы, существуют различные подходы к определению статуса и роли ресурсов организации как таковых. Так, например, Шульц выделяет две основные парадигмы ресурсного подхода[3]. Сторон-

---

[1] *Dierickx I., Cool K.* Op. cit. P. 1509.

[2] *Zajac E.* SMJ 1994 best paper prize to Birger Wernerfelt // Strategic Management Journal. 1995. 16 (March). P. 169–170.

[3] *Schulze W.* Two schools of thought in resource-based theory // Shrivastiva P. et al. Advances in strategic management. N.Y.: JAI Press. 1994. P. 127–151.

Рис. 4.50. Формирование конкурентного преимущества с точки зрения ресурсного подхода

Источник: Barney J. B. Firm resources and sustained competetive advantage // Journal of Management. 1991. 17 (March).

ники 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[1]. Коннер позиционирует ресурсный подход относительно пяти школ экономики промышленной организации (industrial organization economics)[2], а Барни определяет место ресурсного подхода в современных экономических теориях — неоклассическом подходе, промышленной организации (industrial organization) и эволюционной теории экономики (evolutionary economic theory). Несмотря на то что некоторые положения одних школ могут не соответствовать и даже прямо возражать положениям сторонников других школ, исследователи ресурсного подхода не вступают в прямые конфликты друг с другом, демонстрируя разнообразие и гибкость ресурсного подхода в целом к определе-

---

[1] *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.

[2] *Conner K. R.* A historical comparison of resourcebased theory and five schools of thought within industrial organization economics: Do we have a new theory of the firm? // Journal of Management. 1991. 17. P. 121–154.

нию сути конкурентного преимущества организации и механизме его возникновения[1].

Основная критика ресурсного подхода сводится к тому, что, по мнению ряда исследователей, данная концепция является тавтологичной по своей сути, что не описаны механизмы формирования конкурентного преимущества из того набора ресурсов, которым обладает организация, и что, наконец, ресурсному подходу не хватает эмпирической базы для обоснования своих теорий[2]. Некоторые исследователи считали, что организации вообще нет необходимости разрабатывать конкурентное преимущество, поскольку внешняя среда настолько турбулентна и так быстро меняется, что любое конкурентное преимущество будет быстро устаревать[3]. Однако сторонники ресурсного подхода противопоставили критике данного метода теорию динамических возможностей (dynamic capabilities). Теория динамических возможностей в рамках ресурсного подхода была сформулирована исследователями Д. Тисом, Г. Пизано и А. Шуйеном в 1997 г[4].

Динамические возможности, согласно данным исследователям, представляют собой организационные процедуры, посредством которых менеджеры влияют на ресурсную базу своей организации — приобретают ресурсы либо избавляются от них, интегрируют их и заново комбинируют — для создания новых стратегий[5]. Таким образом, динамические возможности представляют собой основные инструменты по созданию, изменению и рекомбинации совокупных ресурсов в новые источники конкурентного преимущества[6]. Тис с соавторами определили динамические возможности как специфические «организационные процедуры по использованию ресурсов для того, чтобы соответствовать запросам рынка и даже проводить рыночные изменения». Динамические возможности, таким образом, представляют собой сложившуюся организационную практику, посредством которой компании до-

---

[1] *Lado A.A., Nancy G., Wright B.P., Kroll M.* Paradox and Theorizing within Resource Based View // Academy of Management Review. Vol. 31. 1. 2006.

[2] *Williamson O.* Strategy research: governance and competence perspectives // Strategic Management Journal. 1999. 20 (12). P. 1087–1108.

[3] *D'Aveni R.* Hypercompetition: Managing the Dynamics of Strategic Maneuvering. N.Y.: Free Press, 1994.

[4] *Teece D., Pisano G., Shuen A.* Dynamic capabilities and strategic management // Strategic Management Journal. 1997. 18 (7). P. 509–533.

[5] *Grant R.* Towards a knowledge-based theory of the firm // Strategic Management Journal. 1996. Summer Special Issue 17. P. 109–122.

[6] *Henderson R., Cockburn I.* Measuring competence? Exploring firm effects in pharmaceutical research // Strategic Management Journal. 1994. Winter Special Issue 15. P. 63–84.

стигают новых конфигураций ресурсов для соответствия изменениям на рынке.

По мнению исследователей, к динамическим возможностям организации относятся такие организационные процедуры и практики, как создание новых продуктов, заключение альянсов и партнерств между компаниями, методики принятия стратегически важных для организации решений и т.п.— все, что помогает создавать дополнительную ценность организации посредством манипулирования доступными ей ресурсами. Динамические возможности не являются тавтологией или бессмысленным понятием, как упрекали сторонников ресурсной теории некоторые специалисты в области стратегического управления[1].

Некоторые динамические возможности нацелены на интегрирование имеющихся у организации ресурсов, как, например, разработка новых продуктов в компании, когда менеджеры объединяют их навыки и знания для разработки новых прибыльных продуктов и услуг[2]. Например, «Тойота» использовала свои выдающиеся навыки в разработке новых продуктов для получения конкурентного преимущества над своими соперниками в автомобильной отрасли[3]. Точно так же к динамическим возможностям относится принятие стратегических решений, когда менеджеры на основе своей профессиональной, личной и отраслевой экспертизы принимают решения, способные значительно повлиять на судьбу всей организации в целом.

Другие динамические возможности направлены на получение новых ресурсов — в частности, организационные процедуры и практики в области создания новых знаний, особенно важные в фармацевтических, IT и других наукоемких отраслях[4]. Организационные возможности по заключению альянсов и приобретению новых активов, приносящих организации новые ресурсы и развивающие таким образом ее ресурсную базу, также представляют собой важные динамические возможности. Например, компания Cisco Systems разработала эффективный процесс поглощений компаний, который позволил ей быстро и недорого аккумулировать

---

[1] *Priem R.L., Butler J.E.* Is the resource-based «view» a useful perspective for strategic management research? // Academy of Management Review. 2001. 26 (1). P. 22–40.

[2] *Helfat C., Raubitschek R.* Product sequencing: co-evolution of knowledge, capabilities and products// Strategic Management Journal. 2000. 21 (10–11). P. 961–979.

[3] *Clark K.B., Fujimoto T.* Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry. Harvard Business School Press: Boston, MA. 1991.

[4] *Rosenkopf L., Nerkar A.* Beyond local search: boundary-spanning, exploration and impact in the optical disc industry // Working paper. 1999. The Wharton School. University of Pennsylvania. Philadelphia, PA.

значительное количество технологий и ноу-хау, ставших основой для быстрого роста компании. Точно так же, как доказывают исследования, среди биотехнологических компаний преуспевали те, которые умели создать широкие альянсы для оценки перспективных направлений исследований и обмена знаниями[1]. Наконец, к динамическим возможностям относится также способность организаций избавляться от ресурсов или их комбинаций, которые стали бесполезными для создания конкурентного преимущества в связи с изменившимися условиями рынка[2].

Авторам теории динамических возможностей, а также их продолжателям, удалось связать ресурсный подход с влиянием внешней окружающей среды (рынка), таким образом преодолев некоторую односторонность ресурсного подхода, сосредоточенного на микроуровне организации. Так, динамические возможности организаций зависят в первую очередь от условий внешней среды, рынка, на котором работают компании. Именно рынок определяет организационные процедуры (routines): там, где внешняя среда изменяется не так быстро и структура отрасли стабильна, организационные возможности представляют собой традиционно распространенные процедуры. Это преимущественно сложные аналитические процедуры, очень детальные, опирающиеся в основном на существующие знания и накопленный опыт и пользующиеся линейными моделями экстраполяции прошлых результатов для получения прогнозов о будущей динамике. На турбулентных и быстро меняющихся рынках с нечеткой структурой компании, наоборот, используют простые экспериментальные практики и процедуры, разрабатываемые быстро при получении нового знания и взаимодействия с различными рыночными контрагентами. Такого рода стратегии высокоадаптивны, но сложно предсказуемы по последствиям.

Тем не менее динамические возможности хоть и существенно расширили и дополнили ресурсный подход, ни в коей мере не опровергают его основные положения о том, что в основе конкурентного преимущества организаций лежат ресурсы. Динамические возможности, согласно К. Эйзенхарду[3], являются обязательным, но не исчерпывающимся условием получения конкурентного преимущества. Умелое использование динамических возможностей позволяет усилить имеющиеся у организаций ком-

---

[1] *Powell WW, Koput KW, Smith-Doerr L.* Interorganizational collaboration and the locus of innovation // Administrative Science Quarterly. 1996. 41 (1). P. 116–145.

[2] *Sull D.* Why good companies go bad // Harvard Business Review. 1999b. 77 (4). P. 42–52.

[3] *Eisenhardt K.* Making fast strategic decisions in high-velocity environments // Academy of Management Journal. 1989. 32 (3). P. 543–576.

бинации ресурсов в создании долгосрочного конкурентного преимущества.

Ресурсный подход позволил по-новому взглянуть на стратегическое управление организацией, основываясь на преимущественном изучении внутренних ресурсов самой фирмы. Несмотря на то что у него появилось много последователей, у концепции ресурсного подхода есть недостатки.

Среди слабых мест ресурсного подхода традиционно отмечают следующие:

1. Ресурсный подход ограничен тем, что воспринимает фирму вне зависимости от ее производственного контекста. Отличительные ее ресурсы и компетенции принимаются во внимание, но без учета факторов отраслевой конкуренции, которые влияют на стратегию фирмы.

2. Ресурсный подход не способен определить случайные механизмы, которые зачастую являются основой для создания длительного конкурентного преимущества. Соотношение между ресурсами и компетенциями, с одной стороны, и преимущество в конкуренции и успех — с другой иногда не могут быть объяснены данной теорией. Традиционная критика ресурсного подхода заключается в том, что, по мнению, оппонентов, единственно возможный результат применения данного подхода — это список ресурсов, зачастую без точного объяснения того, каким образом эти ресурсы и компетенции могут быть преобразованы в конкурентные преимущества. Более того, слишком большое разнообразие в перечислении ресурсов организации может лишь усложнить и запутать понимание того, как создается конкурентное преимущество организации.

3. Критики ресурсного подхода задаются вопросом: необходимо ли так пытаться удержать преимущество в конкуренции любой ценой? Можно ли представить себе создание кратковременных преимуществ конкуренции в гиперконкурентном окружении? Ответ на эти вопросы предельно важен для определения понятия долгосрочного преимущества в конкуренции.

4. Менеджеры компаний нуждаются в более конкретных механизмах для разработки и реализации стратегии на практике. Не всегда ресурсная парадигма понимания конкурентного преимущества организации предоставляет управленцам такого рода механизм.

Тем не менее ресурсный подход стал той базой, на которой вырасло целое направление современного стратегического анализа. Ресурсный подход к изучению природы организации хорошо согласуется с ключевыми трудами экономистов-классиков, как, например, Эдит Пенроуз, Шумпетер, Румельт и др. Как и все ключевые

теории стратегического управления, будь то концепция пяти сил Портера или теория внешней среды организации, ресурсный подход также имеет свои недостатки и не способен полностью объяснить сложные процессы управления. Однако именно данный подход внес основной вклад в появление концепции устойчивого конкурентного преимущества, попытавшись объяснить с практичекой точки зрения механизм его возникновения.

Ресурсный подход помогает объяснить, почему одни ресурсы более других способствуют созданию конкурентных преимуществ, а также тот факт, что ресурсная асимметрия и последовательное наращивание конкурентного преимущества возможно даже на рынках, близких к совершенной конкуренции.

Важным вкладом ресурсного подхода также стало осознание роли менеджмента в управлении компании. Сами по себе ресурсы не создают конкурентного преимущества — именно управленцы способствуют превращению ресурсов «на входе» в организацию в товары с добавленной стоимостью «на выходе», имеющими ценность для конечных потребителей[1]. А для эффективного управления этим процессом менеджменту организации необходимо своевременно выявлять, разрабатывать и защищать ресурсную базу организации[2], не говоря уже о том, что высокопрофессиональный топ-менеджмент в организации сам по себе является ценным ресурсом[3].

Ресурсный подход закладывает прочные основы для качественного анализа сильных и слабых сторон организации, позволяя выделить те ресурсы, которые имеют ключевое значение для формирования конкурентного преимущества фирмы. Ресурсная теория организации позволяет управленцам выявлять и более эффективно управлять ресурсами, создающими препятствия от их имитации конкурентами, что позволяет не только достичь конкурентного преимущества, но и сохранять его на протяжении длительного времени.

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

---

[1] *Jeffrey W.R.* How sustainable is your competitive advantage // California Management Review. 1992. 34 (Spring). P. 29–51.

[2] *Amit R., Schoemaker P.J.H.* Strategic Assets and Organizational Rent // Strategic Management Journal. 1993. Vol. 14. P. 33–46.

[3] *Castanias, Richard P. and Constance E. Helfat.* Managerial resources and rents //Journal of Management. 1991. 17 (March). P. 155–171.

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.

От теории ресурсного подхода — к практике моделирования

Как отмечалось ранее, сторонники одного из подходов в рамках ресурсной парадигмы исследуют организацию в динамике — то, каким образом происходит аккумулирование и мобилизация ресурсов с последующей их трансформацией в конкурентное преимущество[1]. Несмотря на то что некоторые положения одних школ могут не соответствовать и даже прямо 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[2].

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[3].

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 табл. 4.2 представлены образцы различных ресурсов, входящих/исходящих потоков и единиц измерения для них.

---

[1] *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.

[2] *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.

[3] *Barney J. B.* Firm resources and sustained competitive advantage // Journal of Management. 1991. 17 (March). P. 99–120.

Таблица 4.2 Примеры типичных ресурсов организации

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.

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) ресурсов, функционирование которых основывается на взаимном усилении и ослаблении ключевых ресурсов[1]. «Стратегическая архитектура», таким образом, представляет собой особый метод изображения ключевых ресурсов и взаимосвязей между ними. Выявление стратегической

[1] *Warren K.* Competitive Strategy Dynamics. Wiley, 2002. P. 90.

архитектуры позволяет проследить влияние управленческих решений на развитие организации.

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 нематериальными ресурсами, так называемую стратегическую архитектуру организации (Warren, 2002).

Стратегическая архитектура организации

Системная динамика, а в особенности работы К. Уоррена, предложившего термин «стратегическая архитектура», помогает 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 потоков-накопителей представляют собой важные элементы 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

[1] *Warren K.* The Dynamics of Strategy // Business Strategy Review. 1999. Vol. 10. Iss. 3. P. 1–16.

(Fast-Moving Consumer Goods), которая планирует вывести на рынок, например, новую марку препарата для ухода за кожей лица. Рассмотрим пример возможной стратегической архитектуры бренда[1]. В табл. 4.3 представлены необходимые ресурсы для вывода торговой марки на рынок (упрощенный вариант).

Таблица 4.3. Ресурсы, необходимые для вывода новой торговой марки (ТМ)

Материальные ресурсы	Единицы измерения ресурса	Входящие и исходящие потоки	Единицы 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, неудовлетворительная заработная плата

Источник: Warren K. Competitive Strategy Dynamics. Wiley, 2002.

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 воздейство-

[1] *Warren K.* Competitive Strategy Dynamics. Wiley, 2002.

вать на заинтересованных 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 размещают 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. Рис. 4.51 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 компании, управляющей косметическим брендом, управленческое решение может быть принято в отношении как минимум трех следующих факторов:

Рис. 4.51. Стратегическая архитектура вывода на рынок нового бренда
Источник: Warren K. Competitive Strategy Dynamics. Wiley, 2002.

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.

* * *

Как уже отмечалось:

- результаты деятельности компании в каждый момент времени зависят от (1) уровня ресурсов (т.е. от размера контролируемых ресурсов); (2) управленческих решений, принимаемых менеджментом компании, и (3) внешних факторов;
- ресурсы аккумулируются и растрачиваются с течением времени;
- скорость аккумулирования ресурсов также зависит от уровня ресурсов, управленческих решений и внешних факторов.

Перечисленные три элемента — ресурсы, управленческие решения и внешние факторы — определяют, согласно К. Уоррену, стратегическую архитектуру организации. Соответственно, моделирование ресурсов вместе с основными точками приложения управленческих решений является объектом имитационного моделирования согласно методу, предложенному Кимом Уорреном.

Рис. 4.52 дополняет рис. 4.51 большим количеством деталей. Эту же логику моделирования можно развивать и далее, дополняя при необходимости представленную схему прочими подробностями, например, по структуре себестоимости продаваемой продукции, механизму завоевания и потери клиентов, схеме конкуренции и т.д. Степень подробности моделирования должна быть адекватна требованиям, предъявляемым к модели руководством компании.

В учебных пособиях Кима Уоррена часто можно найти ссылки на примеры из области моделирования стратегической архитекту-

Рис. 4.52. Основные ресурсы компании всесте финансовой моделью (основообразующие элементы бизнес-модели выделены жирными стрелками)

Источник: Адаптировано по: *Warren K.* Strategy Dynamics Essentials. Strategy Dynamics Limited. www.strategydynamics. com 2010. С. 56.

ры авиакомпании (на примере авиакомпании-лоукостера Ryanair). На рис. 4.53 представлена упрощенная схема стратегической архитектуры Ryanair. Особо следует отметить удобство методологии подачи материала Кима Уоррена — постепенный переход от простого (диаграмм с несколькими элементами) к сложному (к диаграммам из нескольких десятков элементов со сложными обратными связями).

Примеры, приведенные на рис. 4.52 и 4.53, являются обобщенными схемами стратегической архитекторы бизнеса, которые могут быть легко адаптированы к различным организациям. Например, любая компания, продвигающая определенную брендированную продукцию, будет использовать ресурсы, приведенные на рис. 4.52,— персонал по продажам, магазины, размещающие ее продукцию на своих полках, пул потенциальных и лояльных клиентов и т.п. Это же можно сказать и по поводу рис. 4.53 — с небольшими дополнениями он может быть адаптирован к бизнес-модели любой авиакомпании. Более того, описанный принцип моделирования позволяет по аналогии построить стратегическую архитектуру практически любой организации.

Моделирование стратегической архитектуры организации даже на концептуальном уровне уже само по себе представляется важным шагом на пути создания целостной (в нашем понимании — системной) картины бизнеса у руководителей организации. Взгляд на организацию через призму ресурсного анализа позволяет выявить некоторые основополагающие моменты в бизнес-модели организации, которые ранее могли ускользнуть от внимания менеджмента.

Рассмотрим, к примеру, телекоммуникационную компанию, которая предоставляет населению услуги в области мобильной связи. Во многих странах мира этот вид услуг является полем ожесточенной конкуренции. Телекоммуникационные компании обычно имеют огромные маркетинговые бюджеты, львиная доля которых затрачивается на привлечение новых клиентов (рис. 4.54). Обычно на зрелых рынках с высоким проникновением услуг естественный прирост абонентов затруднен. В этом случае лидеры рынка стараются расти путем поглощения более мелких конкурентов, присоединяя их абоненскую базу. Обычно подобная «скупка» абонентов обходится весьма недешево. Однако важно не только заполучить абонента, но и удержать его. Например, часто приобретенные таким образом абоненты могут довольно легко поменять провайдера мобильной связи и уйти к конкуренту.

Часто в основе стратегии телекоммуникационных компаний лежит принцип привлечения новых клиентов любой ценой. При этом

Рис. 4.53. Упрощенная стратегическая срхитектура авиакомпании (жирным выделены переменные, по которым непосредственно принимаются управленческие решения менеджментом компании)

Источник: Адаптировано по: *Warren K.* Strategy Dynamics Essentials. Strategy Dynamics Limited. www.strategydynamics. com 2010. С. 56.

текущим клиентам в телекоммуникационных компаниях уделяется гораздо меньше внимания (как и анализу/исследованиям причин оттока клиентов). В результате возможны ситуации, когда сильный отток текущих клиентов компании в значительной степени обесценивает усилия по привлечению новых. Более того, в ряде случае отток потребителей может принять такие масштабы, при которых чистый приток клиентов станет и вовсе отрицательной величиной (т.е. отток клиентов за период времени будет выше количества привлеченных клиентов за тот же период).

Принимая это во внимание, руководителям компаний, возможно, следует основательно переосмыслить стратегию своих организаций, переориентировав их с привлечения клиентов на удержание уже имеющихся. Одни только грамотно реализованные усилия по удержанию текущей базы клиентов и прекращению или хотя бы уменьшению темпов оттока имеющихся клиентов способны в значительной степени улучшить бизнес компании. Стратегическая архитектура организации помогает осознать и отследить подобные моменты.

Среди интересных моментов моделирования в рамках подхода, предложенного Кимом Уорреном, следует выделить моделирование так называемых цепочек ресурсов, что в свою очередь также способствует формированию у управленцев системного восприятия модели организации. Так, на рис. 4.55 приведена схема цепочки персонала — карьерного движения по ступеням типовой иерархии консалтинговой компании.

Не менее интересным примером является цепочка клиентов организации, представленная на рис. 4.56.

Данный подход можно также с успехом применить к сегментации клиентов. В этой области заслуживает внимания совместная работа Кима Уоррена и Ларса Фискунда в области методологии сегментации потребителей брендов, опубликованная в журнале

Рис. 4.54. Недопонимание эффектов аккумулирования ресурсов: несоответствие затрат на привлечение и удержание клиентов

Рис. 4.55. Цепочка персонала (на примере консалтинговой компании)

Схема отражает область решений руководителей по найму и политике продвижения персонала. «Идеальная» структура консалтинговой компании характеризуется пирамидой — нижние уровни широкие (аналитики и консультанты) с постепенным сужением на уровне партнеров и директоров. В реальности хорошей сбалансированности пирамиды добиться достаточно трудно ввиду множества факторов — например, при определенных эффектах запаздывания при найме персонала, одномоментных оттоках персонала после подведения итогов и объявления о поощрениях (обычно в крупных компаниях это происходит раз в год — часть персонала, недовольного результатами, быстро уходит). Поэтому часто «пирамида» превращается в «прямоугольник» или даже фигуру с расширение снизу, сверху и узкой серединой (когда из организации вымывается персонал среднего уровня). Подобные ситуации, как правило, негативно влияют на деятельность компании.

Рис. 4.56. Потоковая диаграмма сегментации клиентов

Каждый сегмент клиентской цепочки К. Уоррен соотносит с определенным методом продвижения продукции — от обычной рекламы, направленной на повышение осведомленности потенциальных клиентов, до специализированных акций по поддержке лояльных клиентов.

Источник: Warren K. Strategy Dynamics Essentials. Strategy Dynamics Limited. www.strategydynamics.com 2010. С. 78.

Рис. 4.57. Цепочка потребительского выбора

Источник: Адаптировано по: *Warren K., Lars Fiskun*d. Developing winning brand strategy. Strategy Magazine. 2003. 1. http://www.vanguardstrategy.com/images/pdf/winning_brand_strategy.pdf

Strategy Magazine[1]. В данной статье авторы вводят понятие «цепочка потребительского выбора» (Customer choice chain), схематично представленная на рис. 4.57.

Шансы, что потребители выберут определенный бренд, варьируются от незначительных для тех брендов, о которых потребитель не осведомлен вовсе (нельзя исключать случайную покупку), до практически стопроцентной вероятности для брендов, которые покупают регулярно. Однако между этими крайними категориями находится еще несколько промежуточных этапов, на которых отсеивается значительная часть потребителей. Управленцы могут использовать подобные цепочки, разработанные и адаптированные к специфике их организаций, для оценки «силы» их бренда в сравнении с конкурентами. Сегментирование потребителей подобным образом является важной отправной точкой для проведения детального анализа того, (1) как они распределены вдоль цепочки

[1] *Warren K., Lars Fiskund.* Developing winning brand strategy. Strategy Magazine, 2003. 1.

выбора и (2) что мотивирует / препятствует их продвижению к полюсу «Рекомендателей».

В проведении подобного рода анализа огромное значение имеет наличие соответствующих данных. Однако сегодня это представляется вполне решаемой задачей — современные маркетинговые и IT-инструменты, работающие с накопленными массивами данных (big data), позволяют получить всю необходимую аналитику.

Интересный пример такого рода исследования приведен в табл. 4.4.

Таблица 4.4. Сравнительный анализ цепочек потребительского выбора на примере сетей фастфуда в Канаде (на основе опроса 7473 респондентов в Канаде в 1999 г. Курсивом выделено процентное количество «выпадающих» потребителей по мере движения по цепочке выбора)

	Осведомленные	Информированные	Воспринимающие качество	Пользователи	Рекомендатели	Доля удержанных
Burger King	953	719	493	229	96	*10 %*
		–25%	*–31%*	*–54%*	–58%	
Harvey's	886	639	516	237	105	*12%*
		–28%	*–19%*	*–54%*	–56%	
KFC	909	639	516	237	105	*12%*
		–18%	*–37%*	*–36%*	–65%	
McDonalds	986	819	481	456	173	*18%*
		–17%	*–41%*	*–5%*	–62%	
Wendy's	884	662	578	269	142	*16 %*
		–25%	*–13%*	*–53%*	–47%	

Источник: *Warren K., Lars Fiskun*d. Developing winning brand strategy. Strategy Magazine, 2003. 1. http://www.vanguardstrategy.com/images/pdf/winning_brand_strategy.pdf

Анализ цепочек потребительского выбора на примере сетей фастфуда в Канаде позволяет сделать ряд интересных выводов. Количество потребителей, информированных о разных брен-

дах сетей фастфуда, примерно одинаково и колеблется от 880 до 985 человек, т.е. в среднем потребители примерно одинаково осведомлены о ведущих сетях фастфуда. Различия (и довольно сильные) наблюдаются далее — при движении вдоль цепочки потребительского выбора. У всех брендов примерно одинаковые результаты в двух последующих сегментах — «Информированные» и «Воспринимающие качество». Однако далее анализ становится более интересным. У приведенных в таблице сетей фастфуда значимо отличаются переходы от «Воспринимающих качество» к «Пользователям». Если у четырех сетей (Burger King, Harvey's, KFC и Wendy's) на данном переходе происходит «выпадение» от 36 до 54 % потребителей, то клиенты McDonalds демонстрируют удивительную лояльность — на данном этапе «выпадают» всего 5 % (!) потенциальных потребителей. Далее — еще интереснее: если при переходе от «Пользователей» к «Рекомендателям» в McDonalds выпадают 62 % покупателей, то в Wendy's — всего 47 % (минимальное значение среди приведенных примеров). За счет этого McDonalds и Wendy's оказались лидерами среди брендов сетей фастфуда в Канаде при опросе в 1999 г. по количеству лояльных пользователей (18 и 16 %, соответственно).

Таким образом, простая осведомленность о бренде не является достаточным условием для того, чтобы утверждать, насколько тот или иной бренд будет успешен на рынке (иными словами, как часто его предпочтут потенциальные потребители). В основном большинство рекламных кампаний с многомиллионными маркетинговыми бюджетами направлены на повышение узнаваемости бренда (т.е. осведомленности). Многие авторитетные эксперты в области маркетинга говорят о важности «позиционирования» бренда, т.е. чтобы потребитель хорошо знал бренд, вспоминал о нем при необходимости совершить покупку и т.п. Между тем приведенный пример цепочек потребительского выбора убедительно показывает, что простого «знания» бренда недостаточно. Необходимо понимать соотношение между различными сегментами потребителей — между осведомленными, информированными, воспринимающими качество, покупающими и лояльными. Наиболее важным сегментом, которому маркетологам стоит уделять повышенное внимание, является количество рекомендующих потребителей, т.е. тех, кто потребляет сам и вдобавок привлекает новых клиентов (пожалуй, наибольших успехов в этом достигла компания Apple). Ким Уоррен и Ларс Фискунд используют термин «послы бренда» (ambassadors of brand) для обозначения этой категории покупателей. Приведенный пример наглядно показывает высокую аналитическую полезность применения ресурсного подхода на практике.

В рамках обсуждения данной темы уместно упомянуть удачную рекламную концепцию 1958 г. американского издательского холдинга McGraw Hill, получившую название «Человек на стуле» (рис. 4.58).

Текст рекламы:

Я не знаю, кто Вы.
Я не знаю, что представляет собой Ваша компания.
Я не знаком с продукцией Вашей компании.
Я не знаю, какие ценности разделяет Ваша компания.
Я не знаю клиентов Вашей компании.
Я не знаю достижений Вашей компании.
Я не знаю репутации Вашей компании.
Итак, что Вы там хотели мне продать?
Подпись ниже: «ВЫВОД: продажи начинаются до того, как Ваш менеджер по продажам начинает звонить — с публикации рекламы о Вашем бизнесе».

Рис. 4.58. Реклама издательства McGraw Hill «Человек на стуле» (1958)

* * *

Наконец, особый интерес представляет подход Кима Уоррена к моделированию нематериальных ресурсов — например, таких понятий, как «репутация компании», «опыт сотрудников», «лояльность потребителей» и проч. Если с моделированием материальных ресурсов организации (запасы, персонал, точки продаж, финансовый блок и т.п.) ситуация понятна, то моделирование нематериальных ресурсов традиционно представляет собой, пожалуй, один из наиболее сложных разделов имитационного моделирования организаций. И сложность, прежде всего, проистекает из (1) трудности измерить нематериальные ресурсы, (2) адекватно отразить механизм и (3) степень их влияния на другие ресурсы организации.

Между тем К. Уоррену удалось найти достаточно простые и элегантные приемы моделирования нематериальных ресурсов. На рис. 4.59 представлена диаграмма, иллюстрирующая связь между соотношением спроса на услуги компании со стороны клиентов, возможностями персонала и качеством услуг (4.59).

Рис. 4.59. Обобщенная схема моделирования связи клиентов и персонала с качеством услуг

Источник: Warren K. Strategy Dynamics Essentials. Strategy Dynamics Limited// www.strategydynamics.com 2010. С. 59.

Переменная «Соотношение спроса клиентов и возможностей компании» требует пояснения. В наиболее простой форме данная переменная может быть представлена, например, как соотношение человеко-часов, которые должен затратить персонал компании для удовлетворения спроса со стороны имеющихся клиентов компании, к доступному количеству человеко-часов, которые может предоставить текущий персонал компании. Количество доступных человеко-часов можно рассчитать следующим образом (например, когда единица моделируемого периода составляет один месяц):

[Количество персонала × Продолжительность рабочего дня (часов) × × Количество дней за моделируемый период (месяц)]

Соответственно, если спрос со стороны клиентов, выраженный в человеко-часах, требуемых для удовлетворения их потребностей, превышает количество доступных человеко-часов (под термином «доступный» понимается максимально возможное количество часов при 100%-ной загрузке всего персонала), то нагрузка на персонал возрастает.

Это в свою очередь имеет двоякий негативный эффект. Во-первых, нагрузка на персонал провоцирует отток персонала, так как некоторые сотрудники вследствие перегрузки могут покинуть компанию (тем самым увеличивая нагрузку на оставшийся персонал). Это первая петля обратной связи. Во-вторых, перегрузка персона-

ла способствует ухудшению качества работы персонала. Единицей измерения данного элемента может быть, например, количество ошибок либо количество некачественно оказанных услуг. Падение качества оказываемых услуг со временем неизменно отразится на темпах оттока клиентов. Так формируется вторая петля обратной связи, которая во взаимодействии с первой может иметь крайне неблагоприятные последствия для деятельности организации — в особенности это касается консалтинговых организаций, чей основной бизнес основывается на оказании услуг (финансовых, юридических и проч.).

Заслуживает внимания оригинальный подход Кима Уоррена к моделированию различного рода качественных переменных, как, например, опыт сотрудников, репутация компании и т.п. При моделировании подобных явлений Ким Уоррен успешно применяет парадигму ресурсного подхода, подробно рассмотренного в предыдущей секции данной главы.

Например, при моделировании опыта персонала компании Ким Уоррен рекомендует вводить накопитель «Опыт сотрудников компании». Как и любой другой накопитель, «Опыт сотрудников компании» пополняется входящим потоком и снижается исходящим потоком. В данном случае входящим потоком будет добавляемый опыт, выраженный в человеко-часах, а исходящим потоком — «потерянный» опыт. Опыт может быть «потерян» ввиду разных причин — как вследствие ухода сотрудников компании, которые уносят с собой определенные компетенции, знания и навыки (что, например, характерно для консалтинговых компаний), так и вследствие «забывания»/естественной утраты опыта (данная величина обычно выражается в процентах от общего накопленного опыта, например 1–5% в зависимости от специфики деятельности моделируемой компании). Источником для «добавляемого» опыта может быть как новые сотрудники, приходящие в организацию со своими знаниями и компетенциями, так и тренинги/программы обучения на рабочем месте/менторство более опытных сотрудников и т.п. В простейшей форме диаграмма, моделирующая опыт сотрудников компании на примере колл-центра, представлена на рис. 4.60.

Предложенный Кимом Уорреном способ моделирования не является бесспорным. Между тем сложно предложить что-либо более простое и удобное, когда требуется смоделировать организацию и проигнорировать нематериальные ресурсы не представляется возможным. Поэтому методология моделирования стратегической архитектуры организации, разработанная Кимом Уорреном на основе совмещения системной динамики и ресурсного подхода в стратегическом менеджменте, представляется одним из наиболее интересных современных инструментов стратегического анализа.

Рис. 4.60. Моделирование нематериальных ресурсов организации: опыт сотрудников компании

Источник: Адаптировано по: *Warren K.* Strategy Dynamics Essentials. Strategy Dynamics Limited. www.strategydynamics.com 2010. С. 67.

* * *

Целью данного раздела автор видел знакомство читателя с методом системного моделирования стратегической архитектуры организации, разработанным Кимом Уорреном. Преимущества методологии моделирования К. Уоррена были проиллюстрированы на различных примерах. Читателям, заинтересовавшимся данным подходом, можно порекомендовать основные работы Кима Уоррена:

- Competitive Strategy Dynamics (2002);
- Strategic Management Dynamics (2008)[1];
- Strategy Dynamics Essentials (2009);
- The Trouble with Strategy (2012),

а также различные статьи этого автора в открытом доступе на ресурсе www.strategydynamics.com

[1] Наиболее фундаментальная работа К. Уоррена.

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.

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 обусловлено множеством исследований, проведенных за последние 30–40 лет, опровергающих один из главных постулатов классической экономики о рациональности поведения экономических агентов.

---

[1] *Beinhocker E.D.* The Origin of Wealth: Evolution, Complexity and the Radical Remarking of Economics. Random House Business Book, 2007.

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]

Исследования Д. Канемана и А. Тверски, Р. Талера[4], А. Рубинштейна[5], К. Камерера[6], Дж. Лоуэнстайна[7], Б. Артура[8] и многих дру-

---

[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. 2002. December 8; *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.

[4] *Thaler R.H.* Mental accounting matters // Journal of Behavioral Decision Making. 1999. 12 (3). P. 183–206.

[5] *Rubinstein A.* Modelling Bounded Rationality. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.

[6] *Camerer C.F.* Behavioral game theory: Experiments on strategic interaction. Princeton: Princeton University Press, 2003.

[7] *Loewenstein G., O'Donoghue T.* Animal Spirits: Affective and Deliberative Influences on Economic Behavior. Carnegie Mellon University, 2004.

[8] *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.

гих 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.

Таблица 5.1. Сравнительный анализ традиционной экономики и экономики сложности

	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.

«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 (табл. 5.1).

Представление об экономике как о сложной адаптивной системе влечет необходимость поиска и применения новой методологии, которая позволила бы моделировать «возникаемость» процессов. Понимая, что поведение системы формируется из 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 другом и каким образом вследствие этого результат становится больше, чем сумма частей...»[4]

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

---

[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.

[4] *Tesfatsion L., Judd K. L.* Handbook of Computational Economics. Vol. 2: Agent-Based Computational Economics. Handbooks in Economics Series. Amsterdam: North-Holland, 2006.

адаптивных систем. Агентное моделирование позволяет моделировать неагрегированные 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 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»[1]. Одно из наиболее полных определений агентов приводят Чарльз Макал и 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 конечный индивидуум 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);

---

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

- агент имеет определенную цель (но не обязательно целью является максимизация блага, как принято считать в классической экономике), влияющую на его поведение.
- 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.

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[2]. 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[3].

---

[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.

[2] Understanding Crowds Behaviors: Guidance and Lessons Identified. The Cabinet Office Emergency Planning Colledge, 2009. http://lubswww2.leeds.ac.uk/COSLAC/index.php?id=66

[3] *Helbing D., Viscek T., Farkas I.* Simulating dynamical features of escape panic // Nature. 2000. 407. P. 487–490.

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 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. цветную 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. цветную вклейку).

Практические выводы, которые можно сделать из данных агентных моделей: толпа ведет себя нерационально, соответственно, даже если в помещении предусмотрено несколько 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].

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

---

[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. N.Y.: W.W. Norton and Company, 1978.

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, 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 трех до пяти человек, не будет переезжать, если хотя бы два из них будут его цвета;
- агент с соседями от шести до восьми человек не будет переезжать, если хотя бы три 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 комфортного положения, 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

Томас Шеллинг

Рис. 5.3. Начало эксперимента: равновесие

Рис. 5.4. Итог эксперимента: сегрегация

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.

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 по-

[1] *Batten D.* Discovering Artificial Economics: How Agents Learn Economies Evolve. Boulder, Colo.: Westview Press, 2000.

ведения и принятия решений, на основании которых агент может действовать независимо и вступать во взаимоотношения с другими агентами.

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

Рис. 5.5. Простейший стейтчарт модели Басса

(statecharts) представляют собой карту состояния агента и переходов между ними: «Стейтчарты строятся из состояний и переходов между ними. Система может находиться 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.

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 два 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 (рис. 5.6).

[1] *Карпов Ю.Г.* Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Anylogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. С. 93.

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 (рис. 5.7). 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

Рис. 5.7. Расширенный стейтчарт состояний и переходов агентов

Рис. 5.8. Модель Ф. Басса (агентный подход)[1]

определенная закономерность, утверждающая, что, сделав определенное количество покупок в Компании А (к примеру, три и более), *Клиент* становится лояльным.

Вернемся к рассмотренной нами ранее в разделе 4.3 модели Басса. Тогда мы использовали следующие данные:

- Потенциальные клиенты (Potential Clients) = 20 тыс. 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.

Поведение системы представлено на рис. 5.9 (см. цветную 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

[1] Модель выполнена в программе Anylogic.

можем себе хорошо представить логику индивидуального поведения и взаимодействия агента. 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 2000 человек, то диаграмма покажется более «зубчатой» (рис. 5.10, см. цветную вклейку). Это придает большую 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 промоакции, 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.

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 модели 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;
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.

Рис. 5.11. Базовая диаграмма состояний агентов в модели распространения эпидемий

Несложная агентная модель распространения эпидемии представлена на рис. 5.11. Данная модель включает 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 двух до шести дней (в среднем — четыре 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.

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 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. цветную 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;
- 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 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 два 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 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.

Подставив данные в модель, мы получим динамику распространения болезни, изображенную на рис. 5.14 (см. цветную 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 двух до пяти дней, в среднем — три дня; «умершие» агенты пропадают с поля.

Проведенный 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 — например, карантин или же резкое снижение контактов.

---

[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.

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 техническое 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 10 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 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 %[2].

---

[1] *Даймонд Д.* Ружья, микробы, сталь: судьбы человеческих сообществ. М.: АСТ, CORPUS, 2010.

[2] Там же. С. 316–318.

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. 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 сотово-

го 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 можно 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 двух до 10 контактов с шагом два 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 одного до 12 месяцев с шагом три месяца).
2. На основе материалов книги Дж. Даймонда «Ружья, микробы, сталь» смоделируйте примерный ход эпидемия кори на Фарерских островах в 1781 г. (с. 305). Предположения по контагиозности, смертности болезни и другим параметрам возьмите из современных справочников по эпидемиологии.

5.3. Агентное моделирование и системная динамика: сравнительный анализ

В табл. 5.2 дана краткая сравнительная характеристика системной динамики и агентного моделирования (адаптировано по N. Schieritz, P. Miling, 2003[1]).

[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.

Таблица 5.2. 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)

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].

[1] Gilbert N.R. Conte (eds.). Artificial Societies: Computer Simulation of social life. L., 1995.

Рис. 2.38а. Причинно-следственная диаграмма кейса «Плато Кейбаб». Красным цветом представлены балансирующие петли обратной связи

Рис. 2.38б. Системно-динамическая модель кейса «Плато Кейбаб» (с.132): а) динамика популяции оленей и волков; б) динамика кормовой базы.
По вертикали: график 1 — популяция оленей (ед.), популяция волков (ед./10); график 2 — кормовая база (тонн). По горизонтали: шкала времени (мес.).

Рис. 2.38в. Сравнительный пример: историческая динамика популяции рыси и зайца в северо-восточном районе США. По вертикали: популяция зайцев (зеленый), рыси (красный), тыс. ед. Источник: данные Hundson Bay Company (перерис., изначально опубликовано: McLulich 1937, цит. по: www.math.duke.edu//education/ccp/materials/diffeq/predprey/pred1.html). В основу диаграммы легли исследования американского ученого-эколога Чарльза Элтона (Charles Elton), которые считаются одними из самых длительных в экологии.

Рис. 2.38г. Эксперимент с системно-динамической моделью из кейса «Плато Кейбаб»: по вертикали – численность популяции (олени – ед., волки – ед./10), по горизонтали – шкала времени (в мес.). Резкое сокращение популяции волков с последующим сокращением популяции оленей позволяет восстановить системное равновесие. В противном случае наступает коллапс системы.

Вывод. Одинаковое управленческое вмешательство может иметь положительные или же катастрофичные последствия: принципиально важным является глубокое понимание динамики поведения объекта управления (т.е. системы) лицом, осуществляющим управленческое воздействие.

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 вс всех трех случаях

Рис. 4.25. Динамика переменных «Потенциальные клиенты», «Клиенты», «Темп покупок»

Рис. 4.27. Модель Басса с учетом переменной «Среднее время пользования продуктом»

Рис. 4.28. Динамика переменных «Темп покупок» и «Темп повторных покупок»

Рис. 4.36.

Рис. 4.37. Динамика поведения системы в Ситуации 1.
При увеличении запаздывания в найме/увольнении софтрудников с 3 до 6 недель модель показывает меньшую амплитуду осцилляции (видно по переменной Запасы): это связано с тем, что найм сотрудников начинает корректироваться вниз быстрее, чем в базовом случае.

Рис. 4.38. Динамика поведения системы в Ситуации 2.

Рис. 4.39. Динамика поведения системы в Ситуации 3.

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. 5.2. Модель эвакуации толпы из помещения с двумя выходами[1]

[1] Видео см. на сайте в разделе Pedestrian models.

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. 5.1. 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/).

Рис. 5.9. Динамика модели Ф. Басса (20 тыс. агентов)

Рис. 5.10. Динамика модели Ф. Басса (2 тыс. агентов)

Рис. 5.13. Агентная модель распространения эпидемии

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

Рис. 7 кейса № 8. «Модель поведения потребителей»: интерфейс модели в ходе имитационного эксперимента

Рис. 8 Приложения 2 раздела «Методические материалы». Пример интерфейса имитационного тренажера «Стартап: пределы роста»

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 свойствен 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»).

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].

---

[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.

В основе агентного моделирования, согласно исследователям, лежит логика поведения, закладываемая на стадии разработки модели (табл. 5.3). 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 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.

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, с которыми сталкивается исследователь, целесообразно применять либо системно-динамический подход, либо агентный подход, либо оба сразу.

Таблица 5.3. 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?

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 др. При моделировании иных явлений, например товарных рынков, которым свойствен 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 микрофакто-

---

[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.

ров, 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 оптимизировать 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 проблемного 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.

---

[1] *Colander D.* The Complexity Revolution and the Future of Economics. Middlebury College Working Paper Series 0319. Middlebury College, Department of Economics, 2003.

📖 Некоторые работы об агентном моделировании для 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

Суслов С. А., Кондратьев М. А., Сергеев К. В. Агентное моделирование как средства анализа и прогноза спроса на энергоресурсы//Проблемы управления. 2010. № 2.

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/

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 других 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 «контринтуитивного» поведения системы. Приведите примеры.
5. Каковы причины контринтуитивного 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.

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:
   - Количество контактов (изменяется от двух до 10 контактов с шагом два контакта).

- Доля заинтересованных (изменятся от одного до 5% с шагом 1%).
- Эффективность рекламы (изменяется от 2 до 10% с шагом 2%).
- Среднее время использования продукта (от одного до 12 месяцев с шагом три 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).
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.

Часть 2

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 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, 5), часть материалов разработана им самим на основе результатов собственных исследований (№ 3, 4) и исследований, выполненных совместно с сотрудниками и студентами факультета государственного управления МГУ им. М. В. Ломоносова (кейс № 1, 7) и представителями бизнес-сообщества (кейс № 8, 9).

В рамках кейсов № 1–6 представлен инструментарий системно-динамического моделирования (причинно-следственные диаграммы обратной связи) применительно к различным проблемам из области:

- государственного управления (кейсы № 1–2, 5–6, 9);
- бизнес-управления (стратегический менеджмент): кейсы № 3–4.

В рамках кейсов № 7–8, собранных в данном пособии, подробно описано применение агентного моделирования для решения бизнес-задач. Данные материалы разработаны Д. Ю. Каталевским совместно с соавторами (кейс № 7 — совместно с Р. А. Пановым; кейс № 8 — совместно с В. В. Солодовым, К. К. Кравченко и Р. А. Пановым; кейс № 9 – совместно с Я. Богуславским).

В обоих случаях были построены сложные имитационные агентные модели, комплексно описывающие характер взаимодействия агентов при выборе услуг, предлагаемых компаниями, для которых проводилось моделирование: в кейсе № 7 было смоделировано поведение потребителей на рынке онлайн-бронирования авиабилетов, в кейсе № 8 — поведение потребителей на высококонкурентном рынке предоставления услуги широкополосного доступа в Интернет. Авторами были получены значимые результаты, на основе которых были разработаны рекомендации по стратегическому управлению компаниями.

Цель кейсов — показать читателю широкий спектр применения системной динамики и агентного моделирования к решению различных управленческих задач как в сфере бизнеса, так и государственного управления.

Кейс № 1

ДТП и безопасность на дорогах: пример контринтуитивного поведения систем[1]

Согласно официальной статистике, в 2005 г. на дорогах России от травм, полученных в результате дорожно-транспортных происшествий, погибло около 34 тыс. человек, или 238 человек на каждый миллион населения. Это гораздо выше, чем показатели развитых стран: например, в США ежегодно гибнет около 140–160 человек в расчете на 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 миллион автомобилей, тогда как в России этот показатель равен 1200[2]. 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 большие 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 непре-

---

[1] Кейс написан в соавторстве с преподавателем факультета государственного управления МГУ В. В. Солодовым.

[2] См.: Тайный спецсигнал // Smart Money. 2006. 25 сентября.

рывно совершенствуются с течением времени. Казалось 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 2 раза безопаснее, то, хотя травматизм среди водителей и снизится (впрочем, как показывают исследования, на величину меньшую, чем в 2 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 количества 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.

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.

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[2].

---

[1] *Wilde G.* Risk homeostasis theory: an overview // Inquiry prevention. 1998. Vol. 4. P. 89–91.

[2] *Traynor T.* The impact of safety regulations on externalities // Atlantic Economic Journal. 2006. Vol. 31. P. 62–70.

Рис. 2. Влияние систем безопасности автомобиля на количество ДПТ

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 риска (рис. 3). 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).

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 привычки вождения и тем самым снизить количество ДТП на дорогах.

Рис. 3. Феномен компенсации риска

Рис. 4. Эффективность мер по ограничению скорости

Итоговая причинно-следственная диаграмма, анализирующая проблемы безопасности на дорогах и эффективность соответствующих превентивных мер, представлена на рис. 5.

Ричардсон и Пью отмечают, что системно-динамическая модель или системно-динамические диаграммы создаются с целью получить ответ на один или несколько правильно поставленных вопро-

Рис. 5. Итоговая причинно-следственная диаграмма безопасности на дорогах

сов[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-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 ре-

[1] *Richardson G., Pugh A.* Introduction to System Dynamics Modeling with DYNAMO. MIT Press, 1981.

шается 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 контринтуитивного поведения систем, сформулированного впервые еще Джеем Форрестером, и широко 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.

---

[1] *Forrester J. W.* Counterintuitive behavior of social systems // Technology Review. 1971. 73 (3).

Кейс № 2

Некоторые аспекты моделирования добычи нефти[1]

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 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.

Достоверное представление о рациональном использовании природных ресурсов позволяет получить имитационное моделирование, широкоизвестным 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 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 об-

---

[1] По материалам данного кейса была подготовлена публикация в газете «Ведомости» от 24 июля «Нефть: ждем $100 за баррель».

ласти 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 теории 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-х 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 математически рассчитал формулу добычи нефти в США и предсказал пик добычи примерно в период 1966–1971 гг. В настоящее время известно, что в 1975–1976-х 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-х гг., — сказал однажды Кинг Хубберт, — станет в течение своей

жизни свидетелем потребления примерно 80% нефтегазовых запасов США; ребенок, родившийся в 1970-х гг., станет свидетелем потребления большей части мировых запасов нефти».

Однако не все исследователи нефтяной отрасли разделяли данное мнение. Наибольшую известность получила критика 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 Дартмутского 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 стадии энергетической транс-

формации: первая случилась в XIX в. при переходе от древесного топлива к угольному, вторая — в начале XX в. 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-х 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 положительного эффекта, 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.

В ответ на энергетический кризис 1977 г. администрация Картера создала первый Национальный энергетический план, а палата Конгресса США попросила группу специалистов Дартмутского колледжа оценить данный план на основе модели FOSSIL1.

Рис. 1. Добыча нефти и пик Хубберта

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-х 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-х гг. Джон Стерман, профессор MIT, был привлечен Роджером Нейлом для доработки модели FOSSIL1 в FOSSIL2. Во время 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 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 банковско-

го 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. 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

Рис. 2. Системно-динамическая диаграмма добычи нефти (по Адельману)

Рис. 3. Достоверная модель динамики добычи нефти

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»).

---

[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).

С течением времени категория «неразведанные ресурсы» 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 «подтвержденные 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 см. 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. Активное моделирование данной проблематики ведется с 1970-х 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, 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) в 1910 г. до почти 600 млрд баррелей в 1960 г.[2] 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 имитационным моделированием, обретает все больше сторонников. Согласно некоторым прогнозам, пик мировой добычи нефти указывается примерно на 2008–

---

[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).

[2] *Sterman J., Richardson G.* An experiement to evaluate methods for estimating fossil fuel resources // Journal of Forecasting. 1985. 4 (2).

2010 гг., тогда как более осторожные оценки относят его на период 2020–2030 гг.

По данным Energy Information Administration (EIA), подразделения Министерства энергетики США, большая 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 сегодня 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 сегодня 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.

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 долл. 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%).

Компания «Техмаркет» была основана Вадимом Зелениным в 1993 г. В конце 1990-х гг. была крупнейшей торговой сетью по продаже мобильных телефонов с оборотом в 3 раза большим, 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 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 (салонов связи): очевидно, что чем шире сеть магазинов компании, тем выше объем ее продаж.

---

[1] Материалы данного кейса вошли в диссертацию автора «Стратегическое управление организацией на основе концепции возрастающей отдачи», защищенную на факультете государственного управления МГУ им. М. В. Ломоносова.

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 долл., а в 2000 г. — 50 млн долл. 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 2 раза — до 170. Количество салонов Техмаркета в 2002 г. составило 89.

Рис. 2. Динамика роста салонов и оборота Евросети
Источник: Данные компании.

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 долл. Оборот Техмаркета составил всего 100 млн долл. 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 удоб-

Рис. 3. Управление ростом компании: региональная экспансия

Рис. 4. Динамика роста салонов продаж у Евросети и Связного
Источник: Данные компаний.

нее они расположены, тем больше их посещаемость и количество совершенных покупок. Стремительный рост числа 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, Беларуси 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 сало-

[1] В июле 2008 г. Евросеть объявила о продаже салонов связи в странах Балтии в связи с неудовлетворительными показателями темпов роста прибалтийского подразделения.

нов компании составило почти 950 магазинов (в табл. 1 приведено количество салонов и городов присутствия по странам на начало 2008 г.).

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

Рис. 5. Управление ростом компании: агрессивная реклама

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.

Рекламная кампания позитивным образом сказалась на продажах Евросети (положительная петля обратной связи «эпатажная 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»).

Рис. 6. Эпатажная реклама Еросети

Из интервью М. 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 г., 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 брендом. Потом часть этих образов мы использовали в формировании нашего бренда, 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

Из интервью Е. Чичваркина:

— Но если посмотреть внимательно на распределение финансовых средств, то 95% денег все же уходило на достаточно скучные вещи. Двигателем продаж являются конкретные ценовые предложения. А вся веселуха имеет отношение к бренду 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].

[1] Работы А. А. Чернореченского можно найти на сайте: www. chernorechenski.ru

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 статистике 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. составила 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

Рис. 7. Динамика годового оборота Евросети и ее основных конкурентов
Источник: Данные компании // www.euroset.ru, портала www.mybiz.ru

Рис. 8. Динамика продаж мобильных телефонов в салонах Евросети
Источник: Данные компании.

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 — А и В — чем больше успех одного относительно другого, тем более вероятно распределение 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].

---

[1] *Сенге П.* Пятая дисциплина. Искусство и практика самообучающейся организации. М.: Олимп-Бизнес, 2003.

[2] Война и мир Евросети // Секрет фирмы. 2006. № 16 (151).

Рис. 9. Управление ростом компании: власть над поставщиками

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.

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.

Рис. 10. Управление ростом компании «Евросеть»

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.

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 (т. е. 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

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 на 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 долл. 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 г. 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 2 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 попрежнему много сил и средств вкладывал в опт. А на розничном рынке действовал слишком медленно. Регионами Техмаркет заинтересовался в 2002 г., 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 г. 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 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 сет и 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 гарантированно. 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 долл. 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. Согласно 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 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 соб-

---

[1] *Изосимов А.* Управление гиперростом // Harvard Business Review; http://www.hbr-russia.ru/issue/37/31/

ственных 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 руб. путем выпуска облигаций с купонным доходом 16,33% и сроком на 18 месяцев.

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 тыс. долл. 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 долл., — 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 на репутации компании и объеме продаж. В практике стратегического управления широко известен случай People Express, авиакомпании-дискаунтера в США, которая 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 на 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,

---

[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.

Рис. 11. Управление ростом компании: нейтрализация издержек роста

Рис. 12. «Смертельная спираль»: текучесть кадров и падение качества сервиса

что в свою очередь отрицательно сказывается на мотивации сотрудников, ухудшая качество сервиса в салонах связи.

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*: Антибренды кадрового рынка // Секрет фирмы. 2006. № 41 (176). 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

---

[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. 2008. January 14; http://www.deloitte.com

и оценить эффективность ее деятельности. 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, компании «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 долл. США[2]. 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 II квартала 2008 г., выручка компании составила 60,4 млрд долл. США, а чистая прибыль выросла до 17,6 млрд долл. Общее количество сотрудников компании по всему миру насчитывает около 79 тыс. человек[3]. Основные финансовые показатели компании приведены в табл. 1.

Таблица 1

	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.

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

---

[1] Кейс был подготовлен в 2009 г. на основе финансовой информации Microsoft за 2008 г.

[2] По данным консалтинговой компании Hoovers на октябрь 2008 г.

[3] Microsoft Annual Report 2008.

Рис. 1. Динамика основных финансовых показателей Microsoft, 1998–2008 гг.
Источник: Данные компании.

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 др. 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 др. 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 такие компании, как Apple, Corel, Google, IBM, Novell, Oracle, Sun Microsystems, SAP и др.

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

Рис. 2. Структура операционной прибыли Microsoft по ключевым подразделениям
Источник: Данные компании.

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 др.

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.

Таблица 2. Динамика операционной прибыли Microsoft за 2007–2008 гг.

Подразделение	2007 г., млрд долл.	2008 г., млрд долл.	Динамика роста, %
Client	11,467	13,052	14
Server and Tools	3,643	4,593	26
Business Division	10,777	12,358	15
Online Services Business	–617	–1,233	–100
Entertainment and Devices Division	–1,969	426	—

Источник: Данные компании

В настоящее время планы Microsoft простираются далеко за пределы ее традиционного бизнеса по разработке программного 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 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 позволила 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 иссле-

---

[1] Microsoft Annual Report 1995. P. 4.

Рис. 3. Основные акселераторы роста компании Microsoft

дований 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 агрессивно 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,

---

[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 250 тыс.). 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.

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 распространению программного языка Java, разработанного компанией Sun Microsystems.

Следует отметить, что причинно-следственная диаграмма, приведенная на рис. 3, не отражает существования 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 Office, 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 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

---

[1] *Cusumano M., Selby R.* Microsoft Secrets. N. Y.: Free Press, 1995.

Рис. 4. Акселератор установления стандартов

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 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 точек зрения усилия по интеграции и раскрытию информации по кодам программ вполне оправданны и приносят ощутимую пользу в условиях экономики возрастающей доходности.

Как видно на 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 (операцион-

Рис. 5. Привлекательность от раскрытия кодов программного обеспечения Microsoft для разработчиков

ные 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.

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

---

[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.

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 выделяются сервер Apache, интернет-браузер Mozilla Firefox и др.

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 созданной операционной системы и они могут работать из-под любого приложения. Среди преимуществ онлайновых программных приложе-

ний — бесплатность 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.

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

---

[1] Microsoft Annual Report 1995. P. 10.

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» 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 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

Рис. 6. Стратегические угрозы развитию компании Microsoft

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, 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 продукции одной компании. Тем не менее бурное развитие Интернета и нарастающее давление со стороны конкурентов компании не позволяют 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. 2008. July 23; http://www.forrester.com

[2] More to Life than to the Office // Business Week. 2006. 03.06; http://www.businessweek.com/magazine/content/06_27/b3991412.htm

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 широкоизвестных как доклады Римского клуба (книги «Пределы роста» и «За пределами роста»).

---

[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] См.: *Теленкова А.* Системная динамика как метод управления природными ресурсами. ФГУ МГУ им. М. В. Ломоносова: Дипломная работа под руководством научного руководителя д-ра биол. наук, профессора Д. Н. Кавтарадзе, 2007.

В настоящее время существует довольно много разнообразных моделей в области управления природными ресурсами. Помимо глобальных моделей развития человечества World 2 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 ABC» 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 контринтуитивным 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

---

[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] См.: *Кавтарадзе Д. Н., Букварева Е. Н., Сидоренко В. Н.* Эконет ABC: имитационная управленческая игра по созданию сети особо охраняемых природных территорий региона. М.: ЧеРо, 2005.

продолжают истощать природные ресурсы, дает ответ на вопрос, почему порой «невидимая рука рынка» 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.

Существуют 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 развивается. Товара производится все больше и больше, методы производства со-

Рис. 1. Взаимосвязь расширения производства и снижения цены

Рис. 2. Динамика цены на бразильский кофе, в центах США за фунт
Источник: International Coffee Organisation // www. ico.org

вершенствуются, 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 — расширение производства и снижение цены — не является совпадением. Между ними существует устойчивая причинно-следственная взаимосвязь. На рис. 1 можно увидеть данный механизм.

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 предпри-

Рис. 3. Эффект от расширения производственных мощностей

ятия. 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 (рис. 2).

Рис. 4. Ловушки сырьевых рынков

Одним из выходов из сложившейся ситуации становится дальнейшее расширение производства — с тем чтобы распределить издержки между как можно большим количеством товаров (эффект экономии на масштабе, рассмотренный в главе 3). Это позволяет предпринимателям повысить прибыль, с одной стороны, а с другой — увеличивает общее количество 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 научные 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) (рис. 3, 4).

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.

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 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 значи тельный 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?

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.

Рис. 5. Эффект от расширения производства

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 г. производство кофе в одном только Вьетнаме выросло в 3 раза. Вьетнам даже смог оттеснить Колумбию на 3-е 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 контринтуитивного 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. Перечисленные 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 в. 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 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 превы-

---

[1] Данный эффект замечательно проиллюстрирован на примере имитационной игры «Рыболовство» (Fishbanks simulator), изначально разработанной Д. Медоузом и адаптированной в русской версии профессором, д-ром биол. наук Д.Н. Кавтарадзе.

шают 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 — 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.

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 долл. (за одну рыбину весом 715 фунтов)[1].

Рис. 7. Истощение ресурса вследствие нерационального вылова

[1] *Meadows D. H.* Song for the Bluefin Tuna // The Global Citizen. 1999. April 22.

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.

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.

Рис. 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,

Рис. 9. Механизм социальной ловушки

наиболее слабые производители вынуждены покинуть рынок. Слабые, неспособные конкурировать с более крупными хозяйствами предприниматели «выдавливаются» из отрасли. 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 долл. США в год. В начале 2000-х гг. в результате кризиса перепроизводства кофе ежегодные доходы от экспорта упали до 5 млрд 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 тыс. человек из населения чуть более 5 млн человек. В результате падения цен на кофе в 2000–2003 гг. более 120 тыс. 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 тыс. тонн в 1980-х гг. до чуть меньше 38 тыс. 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 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. Иными словами, 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.

Рис. 10. Нейтрализация ловушки истощения при помощи коллективных договоров

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;
- 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 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 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 магази-

---

[1] *Daryll R.* Tobacco: The darling of supply control and price support programs (until now). Agricultural Policy Analysis Center, University of Tennessee, April 2002.

Рис. 11. Нейтрализация социальной ловушки при помощи коллективных договоров

нов, специализирующихся на продаже продукции, выращенной органически, без применения вредных химикатов и пестицидов. Полученная продукция продается с существенной ценовой премией по отношению к обычным продуктам и, тем не менее, пользуется устойчивым спросом среди покупателей.

Развитие данных программ нацелено в первую очередь на достижение долгосрочных целей экологического равновесия. Чем больше производителей в перспективе будет переходить на «экологически чистое» производство, тем ниже будет естественный уровень производственного загрязнения (рис. 12). Государство со своей стороны

Рис. 12. Нейтрализация ловушки загрязнения при помощи поощрения программ «экологически чистого» производства

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.

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 существо-

вать 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 точечных ударов.

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.

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.

Рис. 13. Нейтрализация ловушки загрязнения посредством государственной налоговой политики

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 г. уже 88% производителей соблюдали все экологические требования.

Еще один эффективный способ снизить количество загрязнения — специальная государственная политика налогообложения загрязнителей. Полученные средства перенаправляются 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 ранжированы по двум критериям — эффективности и сложности осуществления.

Рис. 14. Стратегии системного управленческого вмешательства

В правом верхнем углу находятся те средства, которые возымеют наибольший эффект, но и потребуют больших 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 книге «Пятая дисциплина: искусство построения самообучающейся организации» — архетип трагедии общности. Методы, описанные в кейсе, позволят сделать это эффективно и, что еще важнее, помогут добиться положительных изменений для всех игроков рынка без исключения.

Кейс № 6
Семена: новое оружие массового поражения?[1]

В данном кейсе рассматривается стратегический продовольственный риск для России вследствие монополизации отрасли производства генномодифицированных семян глобальными транснациональными компаниями. При помощи системно-динамического инструментария раскрывается контринтуитивные последствия данной политики для мирового продовольственного рынка. Анализируются долгосрочные последствия этого феномена с точки зрения государственной безопасности России, предлагается набор базовых сценариев государственной политики в качестве возможных ответных действий по снижению негативных последствий монополизации рынка ГМО-семян.

В настоящее время на мировом продовольственном рынке стремительно формируется угроза монополизации мировой отрасли пищевого производства небольшой хорошо скоординированной группой мощных транснациональных биотехнологических компаний. За небольшой по историческим масштабам промежуток времени — 10–20 лет — несколько крупнейших мировых компаний последовательно увеличивают свое присутствие на рынке продовольствия, а именно — на рынке семян. Данными компаниями отстроена, пожалуй, одна из наиболее эффективных и точных моделей ведения бизнеса современности, позволяющая эксплуатировать синергию эффектов возрастающей отдачи и замкнуть глобальный продовольственный рынок на использование собственной продукции.

Зависимость от высокоурожайных и стрессоустойчивых семян, производимых узким кругом мировых биотехнологических гигантов, является одним из наиболее существенных стратегических государственных рисков для России, с которыми страна столкнется в ближайшие 10–20 лет.

В настоящее время в мире сложилась ситуация, когда несколько — порядка пяти — глобальных транснациональных корпораций контролируют львиную долю мирового рынка семян. Среди этих фирм такие всемирно известные компании-гиганты, как Monsanto,

---

[1] Данный кейс является адаптацией статьи «Семена: стратегическая угроза продовольственной безопасности России», написанной Д.Н. Кавтарадзе и Д.Ю. Каталевским, опубликованной в данный кейс является адаптацией статьи: *Каталевский Д., Кавтарадзе Д.* Семена и продовольственная безопасность России // Государственное управление в 21 веке: повестка дня российской власти». Материалы 10-й международной конференции факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова (29–31 мая 2012 г.). Т. 1. М.: Изд-во Московского университета, 2010.

Syngenta, DuPont Pioneer, Dow Chemical и Bayer. Капитализация этих компаний по состоянию на текущий момент[1] исчисляется десятками миллиардов долларов: Syngenta — около 30 млрд долл., Monsanto — около 40 млрд долл., BASF — 88 млрд долл. Выручка в 2010 г. у Syngenta и Monsanto составила порядка 11,5 и 11,64 млрд долл., чистая прибыль — около 1,4 млрд и 1,6 млрд долл. соответственно.

Особую тревогу вызывает факт небывалой скорости роста данных компаний. Мировые гиганты отрасли семеноводства растут не только и не столько за счет органического развития, но в значительной степени за счет сделок по слияниям и поглощениям (M&A). Только за десятилетие с середины 1990-х до 2008 г. эти несколько компаний совершили в общей сложности более 200 *сделок* по покупке более мелких компаний, обладающих перспективными технологиями и ноу-хау селекционирования растений, а также необходимыми сортами[1].

Риск консолидации данной семенной отрасли значительно возрастает, если обратить внимание на фактор патентования данными компаниями интеллектуальной собственности на семенной фонд. Патентование сорта семян того или иного растения позволяет компании получить эксклюзивные права на продажу и доработку своего сорта растения. Таким простым способом компании-разработчики получают *монопольное право* на использование своих разработок.

Разработки последних трех десятилетий в корне меняют систему земледелия, остававшуюся практически неизменной за последние тысячи лет. Результатом этого стало появление так называемых «семян-терминаторов»: *в данные семена встроен генетический алгоритм, который препятствует росту/размножению семян при вторичном / последующем посеве*. Таким образом, даже фермер, предусмотрительно отложивший часть урожая для последующего посева, не получит урожая с них во второй раз, так как семена не дадут всходов. Соответственно, фермер вынужден с постоянной периодичностью (например ежегодно) обращаться к компании — поставщику семян для их регулярной закупки.

Компании, которым удалось «подсадить» фермеров на подобную «абонентскую плату», по сути получают возможность извлекать устойчивую сверхприбыль в долгосрочном периоде. Патентная защита и жесткое преследование нарушителей позволяют компаниям-лидерам аккумулировать значительные денежные ресурсы.

---

[1] По состоянию на июль 2011 г.

Рост влиятельности биотехнологических компаний — производителей семян обусловлен следующими факторами (акселераторами роста на основе положительной обратной связи):

- с ростом доли площадей, засеянных ГМО-сортами, растет влиятельность компаний-производителей семян;
- чем крупнее компания, тем больше у нее возможностей лоббирования важных правительственных решений, определяющих уровень конкуренции в отрасли, так и возможностей спонсирования разнообразных «групп влияния» (в том числе и квазинаучных институтов, формирующих мнение широких слоев населения, так называемых opinion leaders);
- размеры компании определяют ее доступ к дешевым финансовым ресурсам, что позволяет на собственные и/или заемные средства скупать менее крупных конкурентов (рис. 1 и 2).

Одним из ключевых негативных последствий распространения и применения ГМО-сортов в сельском хозяйстве является постепенный вынужденный переход большинства фермеров на использование высокоурожайных ГМО-сортов, так как в противном случае фермерские хозяйства могут не выдержать конкуренции. Фермерские хозяйства, работающие с обычными сортами, не выдерживая конкуренции, в долгосрочной перспективе будут вынуждены уйти с рынка: либо разорившись, либо путем продажи своих активов финансово более устойчивым сельскохозяйственным предприятиям, активно использующим ГМО-продукцию. С точки зрения рисков стратегического государственного управления данный эффект имеет глубокие последствия для развития национального сельского хозяйства. Ярким примером негативного опыта использования

Рис. 1. Механизм мотивации применения и воспроизводства ГМО-семян

Рис. 2. Причинно-следственная диаграмма рыночного вытеснения семенами ГМО не-ГМО-продукции

ГМО-семян, вызвавшего массовые разорения мелкого фермерства и волну самоубийств, является недавний опыт Индии[1].

Уже в обозримом будущем решение о выборе не-ГМО и ГМО-сортов будет определяться не столько непосредственно самим фермером, но скорее конкурентной средой, сложившейся вокруг фермера: рынок диктует необходимость работы с максимальной эффективностью (в данном случае — с сортами, обеспечивающими максимальный урожай), а это фактически предопределяет необходимость выбора фермером ГМО-сортов. «Невидимая рука рынка» Адама Смита в данном случае способствует формированию олигополистического рынка в мировом масштабе (рис. 2.4).

Рис. 3. Доля на мировом рынке крупнейших производителей семян (по состоянию на 2010 г.)[2]

---

[1] *Cut R.* Seeds of suicide: India's desperate farmers. http://www.pbs.org/frontlineworld/rough/2005/07/seeds_of_suicid.html (26/07/2005)

[2] 3D: Exploring the Global Food Supply Chain, 2010: http://www.3dthree.org/pdf_3D/3D_ExploringtheGlobalFoodSupplyChain.pdf

Беспрецедентная по своим масштабам и значительно недооцененная по своим последствиям глобализация на рынке семян является мощнейшим источником формирования стратегического риска для государственного управления. В 2010 г. на долю двух компаний — Monsanto и Dupont — приходилось около 60% рынка (рис. 3).

По мнению автора, стремительная монополизация мирового рынка семян несет в себе угрозу масштабного системного кризиса для всех остальных стран, не имеющих доступа к контролю за данными технологиями. Мировые компании—лидеры производства семян уже сегодня имеют возможности для искусственного создания ситуации продовольственного коллапса глобального масштаба. В рамках данного анализа целесообразно попытаться спрогнозировать возможные социально-экономические последствия такого рода продовольственного кризиса (см. Приложение 1).

Данный способ экономического завоевания страны представляется гораздо более элегантным и действенным, чем остальные. По сути, семенной фонд превращается в оружие массового поражения непрямого действия. Ни одна страна не сможет противостоять данному «оружию» длительное время. С точки зрения фактора незаметности (ползущая экспансия Monsanto, Syngenta и других корпораций) данная стратегия является гораздо более эффективной, чем, например, традиционное оружие массового поражения (ядерное, биологическое, химическое), за которыми производится регулярный мониторинг со стороны международного сообщества.

Разрушительные последствия подобных «семенных интервенций» отчасти подтверждаются и небывалой засухой летом 2010 г. в России, способствовавшей падению урожая почти на 40%. В результате засухи в России резко выросли продовольственные цены по всему миру (в частности на пшеницу). Нетрудно рассчитать, что уже сегодня гипотетическая нехватка семенного фонда, поставляемого одной только Monsanto по таким культурам, как кукуруза и соя, и сложившийся вследствие этого неурожай могут привести к серьезнейшим негативным последствиям для мирового рынка продовольствия[1].

Также между лидерами мирового рынка семян легко может быть допущен картельный сговор, результатом которого могут быть

---

[1] *Энгдаль У. Ф.* Семена разрушения. Тайная подоплека генетических манипуляций. Нестор-История, 2009; *Trostle R.* Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices. United States Department of Agriculture, May-July, 2008.

ценовые манипуляции в масштабах всего мира. В настоящее время наиболее вероятным представляется сценарий дальнейшего усиления рыночных позиций мировыми гигантами биотехнологической отрасли. Трудно оценить пределы данного влияния.

По данным журнала «Эксперт», уже по состоянию на 2010 г. около 50% российского рынка семян кукурузы (объем около 120 млн долл. в 2010 г.) и подсолнечника (около 220 млн долл.) принадлежало иностранным производителям, лидерами среди которых являются Syngenta и Pioneer. По некоторым другим культурам, как, например, овощеводство и сахарная свекла, иностранные компании доминируют с долей рынка более 80%[1].

В целом можно констатировать, что уже сегодня зависимость России по некоторым ключевым растениеводческим культурам является критической.

Интересным фактом является возведение так называемого Хранилища Судного Дня на территории Норвегии. Международное хранилище семян в Свальбарде (Svalbard International Seed Vault), широко известное как Хранилище Судного Дня (Doomsday Seed Vault), располагается на острове Шпицберген (Норвегия) вблизи деревни Longyearbyen. Уникальное расположение Хранилища — в специально созданном помещении, располагающемся в глубине скалы, покрытой ледником — гарантирует, по замыслу разработчиков, что оно не пострадает в случае такой глобальной катастрофы, как ядерная война. Хранилище надежно защищено несколькими степенями защиты. По замыслу создателей, ключи закодированы специальным образом, предоставляя доступ только к определенным уровням Хранилища.

Помещение, сделанное в скале архипелага Шпицберген, станет местом сбора и хранения мирового фонда семян. По замыслу Global Crop Diversity Trust (GCDT), некоммерческого фонда, отвечающего за реализацию этого проекта, Хранилище будет надежно защищено как от факторов антропогенного воздействия, так и от природных катаклизмов, главным из которых признается глобальное потепление (даже с учетом самого пессимистичного сценария глобального потепления, уровень воды не сможет подняться настолько, чтобы затопить Хранилище или существенно осложнить доступ к нему). Хранилище является одним из наиболее хорошо защищенных помещений современности.

Только вклад Норвегии в создание Хранилища составил около 50 млн долл. США (строительные работы были закончены в 2008 г.). По мнению разработчиков, большинство культур сможет при необходимости пролежать в Хранилище несколько десятилетий и

---

[1] Эксперт. 2011. № 26 (760).

даже столетий. Основная цель, как ее формулирует GCDT, заключается в попытке сохранить биоразнообразие растений, которому угрожает глобальное потепление.

Однако возможно, что истинной причиной таких быстрых темпов строительства Хранилища является все возрастающее опасение мировых игроков рынка об опасности применения ГМО-культур для биоразнообразия флоры: растет поток свидетельств того, что ГМО-сорта чрезвычайно «заразны» — они опыляют окружающие поля и постепенно вытесняют другие разновидности (в том числе и дикие) данной культуры. Этот феномен известен как «генетическое загрязнение»: вопреки официальным заявлениям, генномодифицированные растения в ряде случаев способны скрещиваться с обычными растениями и даже вытеснять традиционные виды. Например, в Китае в 2009 г. были выведены новые генные модификации риса, которые отличаются повышенной устойчивостью к вредителям. Некоторые биологи опасаются, что данный сорт может через опыление «подстраивать под себя» другие сорта риса и таким образом угрожать уничтожением большей части произрастающих в Китае модификаций риса (всего в Китае насчитывается около 75 тыс. разновидностей риса)[1].

В этой связи еще больше опасений вызывает один из проектов Фонда Билла и Мелинды Гейтс по созданию на базе растения сорго, представляющей собой распространенную в Африке зерновую культуру, ее генномодифицированного аналога, который содержал бы больше белков, аминокислот и витаминов. Планируется создание «суперрастения», которое было бы устойчиво к засухам и неблагоприятным почвам и могло бы содержать большую часть необходимого человеку рациона. Выживающее в самых неблагоприятных условиях данное растение стало бы прототипом «супереды» будущего. Интересно, что Фонд Гейтсов уже имеет опыт сотрудничества с Monsanto в рамках поставок африканским фермерам семян генетически модифицированной кукурузы в 2008 г.

В любом случае Хранилище Судного Дня является одним из примеров, служащих высокоэффективной международной кооперации, реализованной в кратчайшие сроки.

В контексте описанного выше становятся очевидными ранее незаметные стратегические риски для России. В связи с этим возникает вопрос, что можно сделать, для того чтобы значительно снизить потенциальные негативные последствия в случае реализации пессимистичного сценария?

---

[1] The Prime Russian Magazine. 2011. № 3 (6). По материалам The International Rice Research Institute: www.irrifund.org

Возможно несколько базовых сценариев:

1. Покупку Россией доли в компаниях Syngenta / Monsanto при помощи государственного инвестиционного фонда (например в рамках недавно созданного Российского фонда прямых инвестиций, РФПИ). Данный сценарий представляется малоэффективным вследствие ряда причин — высокая стоимость «входа», вероятная враждебная реакция со стороны текущих акционеров, возможность «заморозки» доли и даже ее конфискации правительствами соответствующих стран в критической ситуации и т. п.
2. Создание Всероссийского прикладного биотехнологического центра / госкорпорации для координации работы ученых и ряда научных учреждений в области генетики семеноводства. Ускоренные процедуры коммерциализации и патентования данных технологий. Возможно — промышленная разведка для получения наиболее передовых технологий (исторический пример — разработка атомной бомбы в СССР).
3. Наконец, создание российского аналога международных биотехнологических гигантов — так называемую Русскую сингенту. Представляется, что данный процесс может проходить в несколько последовательных шагов:
   - на первом этапе на базе ряда инновационных российских агрохимических и биотехнологических предприятий путем слияний и поглощений (M&A) создать крупного российского игрока на рынке агрохимии (пестицидов) и семян. После объединения компаний необходимо провести инвентаризацию портфеля, вычленив уникальные и наиболее конкурентоспособные отечественные разработки, которые составят портфель компании;
   - на втором этапе поддержать данную компанию в выходе на международные рынки. Основная статья затрат — дорогостоящее и длительное по времени патентование своих разработок за рубежом (в странах ЕС и США);
   - на третьем этапе возможно превращение Русской сингенты в мирового лидера по некоторым продуктам. Есть незанятые ниши — например, пшеница, рожь, — на которых лидером могла бы быть российская компания. При этом в России накоплен значительный научный потенциал еще со времен СССР, который мог бы быть возрожден при системном государственном подходе.
4. Создание в России собственного Хранилища Судного Дня. Совместно с пунктами (2) и (3) это позволит реализовать системный подход к решению проблемы продовольственной безопасности страны.

Рис. 4. Причинно-следственная диаграмма рыновного вытеснения семенами ГМО не-ГМО-продукции (продолжение)

Выводы

- Современное государство не может гарантировать себе в XXI в. безопасность традиционными методами. Государственное противостояние перемещается из сферы прямых вооруженных конфликтов в инструменты косвенного влияния (Интернет, скоординированные валютные атаки и торговые войны, искусственные продовольственные кризисы и т. п.), которые по своим последствиям способны нанести урон, соизмеримый с традиционным оружием массового поражения.
- Сегодня производители генномодифицированных семян высокоурожайных сортов являются важнейшим элементом сверхсложной глобальной системы обеспечения продовольствия. Вследствие воздействия комплекса эффектов возрастающей отдачи данные компании быстрыми темпами аккумулируют экономическую мощь и распространяют свое влияние в мировом масштабе (рис. 5).
- Данную проблему необходимо исследовать при помощи инструментария прикладного имитационного моделирования. Необходимо создать комплексную карту рисков стратегического государственного управления, возникающих из быстрого распространения генномодифицированных семян и роста влияния их производителей. Среди них следует выявить как минимум биологические риски (утрата биоразнообразия), экономические и социальные риски и, как следствие, полити-

Рис. 5. Рост влиятельности мировых лидеров производства ГМО-семян

ческие и стратегические риски государственного управления. Это позволит системно выработать соответствующие упреждающие действия на государственном уровне.

В Приложении 1 к данному кейсу рассматривается гипотетический сценарий развития мирового продовольственного кризиса в случае, например, введения эмбарго на поставку ГМО-семян кукурузы крупнейшим игрокам ГМО-отрасли компанией Monsanto.

Кукуруза: сценарий глобального продовольственного кризиса

Рис. 6. Карта присутствия Monsanto в мире в 2011 г. (кукуруза)[1]. Под каждой страной подписано количество с/х площади в млн акрах, засеянных семенами Monsanto, а также средняя урожайность (бушелей на акр)[2]. Кукуруза является одной из ключевых сельскохозяйственных культур, на которую сделала ставку компания Monsanto. Именно в производстве генномодифицированных семян кукурузы компания добилась наибольших успехов. Предположим, что в определенный момент времени Monsanto прекращает продажу своих семян во все страны, за исключением внутреннего рынка США

К каким последствиям это может привести и каким образом может развиваться ситуация? Представим примерный возможный сценарий событий.

---

[1] См.: Презентация Monsanto для инвесторов (ноябрь 2011) // http://www.monsanto.com/investors/Documents/2012/Brett_Begemann_Biennial_Investor_Event_11-10-11.pdf

[2] 1 бушель = 25,4 кг; 1 акр = ~ 0,4 га.

1. Больше всего от запрета на поставку семян кукурузы пострадают страны Латинской Америки, прежде всего Бразилия, Аргентина, Мексика и др. Так, Monsanto занимает лидерские позиции в Бразилии и Аргентине по количеству засеянных площадей под генномодифицированными культурами (около 24–27 млн акров в Бразилии и примерно 8–10 млн акров в Аргентине в 2011 г.). В 2011 г. Бразилия, Мексика и Аргентина занимали четвертое, пятое и шестое место в мире по объемам производства кукурузы (после США, Китая и стран ЕС). Более того, Аргентина (551 млн бушелей) и Бразилия (315 млн бушелей) являются крупнейшими экспортерами кукурузы на мировом рынке после США (1,97 млрд бушелей) по данным за 2010–2011 гг.1

Таким образом, нетрудно сделать вывод, что экспорт из этих стран будет невозможен и мировой рынок недосчитается как минимум 865 млн бушелей, что составляет около 24% от всего объема мирового экспорта кукурузы сезона 2010–2011 гг. Соответственно, предполагая, что урожай кукурузы в данных странах уменьшится на 30–40%, то при совокупном совместном производстве кукурузы в Бразилии и Аргентине почти в 3 млрд бушелей в год новый урожай этих стран составит от 1,8 до 2,1 млрд бушелей, т. е. примерно будет равен внутреннему потреблению одной только Бразилии в 2011 г., составившему около 1,9 млрд бушелей. Таким образом, нетрудно сделать вывод, что и мировой рынок недосчитается как минимум 865 млн бушелей, что составляет около 24% от всего объема мирового экспорта кукурузы сезона 2010–2011 гг..

Скорее всего эффект будет даже более значительным, так как многие страны, например Мексика, которые также активно используют семена Monsanto, понесут большие потери в сборе урожая, что еще больше усугубит ситуацию (несмотря на то что Мексика — крупнейший производитель кукурузы с объемом производства в 965 млн бушелей в 2010–2011 гг., она также является нетто-импортером кукурузы. В 2010–2011 гг. импорт кукурузы в страну составил порядка 319 млн бушелей).

2. Ответом на сокращение объемов мирового экспорта на 25–30%, очевидно, станет резкий взлет цен на кукурузу на мировом рынке сырья (commodities) вследствие возникшего дисбаланса спроса и предложения. Более того, колебательные тенденции роста цен могут быть значительно усилены поведением спекулянтов игрой на фьючерсном рынке на повышение цен. На рынке сельскохозяйственных сырьевых товаров (так называемых soft commodities) присутствует множество спекулятивных хедж-фондов, в том числе и специализирующихся на спекуляциях на сельскохозяйственных

---

[1] National Corn Growers Association. World of Corn 2011//www.ncga.com

товарах, которые внимательно следят за развитием ситуации. Можно предположить рост цен в 2–2,5 раза в течение сезона, возможно и выше, т. е. возникает так называемый эффект ценового шока.

Далее начинает действовать целый каскад вторичных и не столь очевидных факторов, которые в совокупности будут способствовать дальнейшему росту цен и в целом коллапсу рынка.

3. Страны, основные производители кукурузы, в кратчайшие сроки вводят эмбарго на экспорт, таким образом еще более способствуя нагнетанию истерии на рынках. Помимо Бразилии и Аргентины, это Украина, Южная Африка, Индия, Парагвай и прочие нетто-экспортеры сезона 2010–2011 гг. Ценовый шок усугубляется новостями об эмбарго, поступающими одна за другой. Даже те страны-экспортеры, которые де-факто не зависели от семян Monsanto, как, например, Украина, рассчитывают отложить продажу излишков для максимизации прибыли.

4. Ценовый шок вызывает резкий всплеск продовольственной инфляции во многих странах мира, в первую очередь в крупнейших странах-импортерах кукурузы — в Японии, Южной Корее, Мексике, Египте, Тайване, Колумбии, Иране, Малайзии, Алжире и т. п. Наиболее сильно пострадают страны Юго-Восточной Азии, Северной Африки, а также арабские страны второго и третьего эшелона (за исключением, вероятно, стран Персидского залива, где государственные фонды с накопленным большим объемом финансовой ликвидности смогут выкупить необходимые объемы подорожавшей кукурузы).

5. Нетрудно спрогнозировать, что рост цен на кукурузу будет восприниматься более болезненно, чем, например, рост цен на другие сырьевые товары, как, в частности, сахар или хлопок, в 2009–2011 гг. Это вызвано тем, что во многих странах кукуруза является одним из основных компонентов комбикорма для производства мяса (свинины, говядины, мяса птицы). Согласно статистике, для производства 1 кг свинины, например, требуется около 3,6 кг кукурузы. Значительный неурожай кукурузы и рост цен на нее будет сильным ударом для крупнейших производителей мяса в мире (Китай, Аргентина, Бразилия, т.п.). Особенно болезненно это может быть для Китая, который в последние 2–3 года превратился из самодостаточного производителя кукурузы в нетто-импортера (хотя импорт кукурузы в Китае составляет пока еще незначительную величину относительно собственного производства, ожидается, что тенденция роста импорта по кукурузе будет усиливаться).

Возможно, что инфляция цен на мясо, вызванная проблемами рынка кукурузы, произойдет с лагом по времени примерно в 6–8 месяцев (так называемый эффект запаздывания, широко

известный в системной динамике). Чрезмерное удорожание кормов заставит фермеров резать скот, что в среднесрочной перспективе (2–4 лет) вызовет дефицит мяса, восполнить который быстрыми темпами не удастся.

6. Рост цен на продовольствие напрямую ударит по странам третьего мира. Возможны сценарии повторения «арабской весны» в странах, уже один раз пострадавших от роста цен на продовольствие в 2007–2008 гг. Согласно исследованию USDA, в первую очередь это такие страны Азии и Африки, как Индонезия, Бангладеш, Египет, Филиппины, Таиланд, Нигер, Морокко, Эфиопия, Сенегал, Йемен, Мозамбик, а также Мексика, Гаити и др.[1] В зоне прямого риска (т. е. с очень высокой вероятностью социальных потрясений) более 1 млрд человек, т. е. почти 15% мирового населения. Это расчеты без учета Индии и Китая. В случае сохранения ситуации с дефицитом ГМО-семян более чем на один год — например, в случае если эмбарго будет действовать также и в следующем году, — социальные бунты с высокой долей вероятности приведут к смене правительств в ряде государств третьего мира.

7. Большинству стран с развитым сельскохозяйственным сектором будет нанесен значительный урон, вызванный финансовыми убытками. В странах, где высока роль крупных сельскохозяйственных холдингов, возможна серия реструктуризаций и финансовых вливаний со стороны правительств. В странах с преобладанием средних и мелких фермеров, как, например, в странах Африки или в Индии, организовать оперативное спасение значительного количества игроков рынка либо оперативно представить всем желающим финансовую помощь будет очень трудно — возможна волна банкротств с ростом социальной напряженности.

8. Также возможен и другой сценарий. Крупные западные компании, не пострадавшие от кризиса, например, компании США, Канады, ЕС, получат карт-бланш на волну слияний-поглощений и выкупа с/х компаний в развивающихся странах со значительным дисконтом. В долгосрочной перспективе это позволит значительно усилить присутствие западных компаний на развивающихся рынках и закрепить там их доминирующее влияние.

Следует отметить, что в реальности последствия эмбарго Monsanto могут быть еще более драматичными, если учесть, что второй и третьей по значимости статьей доходов компании является соя и хлопок. Еще более захватывающим представляется сценарий возможного ценового сговора нескольких мировых лидеров.

---

[1] *Trostle R.* Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices. United States Department of Agriculture. May-July 2008.

Для более объективного расчета последствий такого рода сценария необходимо комплексное имитационное моделирование, однако даже без подробных расчетов очевидно, что последствия будут катастрофичными.

При этом возможна контраргументация, что компании — лидеры рынка вряд ли добровольно откажутся от прибыли и реализации сценария, подобного описанному выше. Тем не менее такого рода развитие событий было бы ошибочно исключать в силу по крайней мере двух следующих аргументов:

1) фактор возможного давления со стороны правительства в силу определенных политических причин;
2) потенциальная возможность огромной сверхприбыли от инсайдерской торговли, например посредством игры на фьючерсных сырьевых рынках.

Кейс № 7

Динамический бизнес-план: агентное моделирование стратегии развития оператора рынка онлайн-продаж авиабилетов[1]

Современный инвестор «вооружен» традиционными средствами оценки эффективности инвестиционных проектов — готовится бизнес-план, оцениваются базовые финансовые показатели, как, например, IRR, NPV, Payback Period и др. Практика финансового моделирования показывает, что основные «подводные камни» при подготовке финансовых расчетов кроются в предпосылках, на которых основаны расчеты: например закладываемые темпы роста продаж / выручки компании. Традиционная практика финансового моделирования, к сожалению, не оставляет широкого выбора в данном подходе, предполагая, например, экстраполяцию тренда, наблюдаемого за последние несколько лет, либо же моделирование трендов при помощи регресии или же просто экспертный прогноз на ближайшее будущее (например с привлечением отраслевых экспертов из специализированных организаций).

Слабость данных подходов очевидна: бизнес-план / финансовая модель, подготовленные на основе подобных подходов зачастую страдают чрезмерным оптимизмом и, как следствие, далеки от реальности. Большинство бизнес-планов стремятся компенсировать данный недостаток разработкой нескольких сценариев развития событий — например, базовый сценарий, оптимистичный и пессимистичный. Однако и в этом случае вероятность ошибок велика, поскольку в основе используется экспертный подход, и многое зависит от уровня подготовки и знаний самих экспертов. При этом даже квалифицированные эксперты подвержены ошибкам, когда дело касается прогнозирования.

Можно ли избежать данных недостатков? По мнению автора, это возможно при разработке так называемого динамического бизнес-плана. Под динамическим бизнес-планом в данном случае подразумевается наличие имитационной модели (системно-динамической или агентной), отвечающей двум основным критериям:

1. Моделирование бизнес-ситуации в целом — например, создание моделей поведения потребителей, конкурентов и т. п. Таким образом, динамический бизнес-план позволяет спрогнозировать

---

[1] Данный кейс адаптирован по статье Д. Ю. Каталевского и Р. А. Панова «Динамический бизнес-план: новый подход к бизнес-планированию на основе агентного моделирования», опубликованной в журнале «Искусственные сообщества» (Т. 7. 2012. № 1–4); http://www.artsoc.ru

финансовые результаты компании в контексте ситуационного анализа в зависимости от динамики на рынке, поступков конкурентов, изменения правил поведения потребителей и т. п.

2. Модель позволяет проводить изменения по ходу имитационного эксперимента. Например, как будет показано далее на примере агентной имитационной модели интернет-оператора продажи авиабилетов, в ходе имитационного эксперимента можно учесть изменение привычек потребителей (увеличение/уменьшение частоты путешествий), изменения стратегии компании в зависимости от поступков конкурентов, макроэкономической ситуации (кризис и резкое падение спроса) и многое другое.

Имитационное моделирование (системная динамика, агентное моделирование) позволяет смоделировать управленческие ситуации практически неограниченной сложности. В настоящее время агентные модели с успехом применяются крупнейшими мировыми компаниями, как, например, General Electric, IBM, Daimler, Semantic, AT&T, Accenture, Volvo и др., а также NASA, корпорацией RAND, Chicago Housing Authority и др. Эти и другие организации успешно применяют имитационное моделирование для самого широкого круга проблем — от оптимизации бизнес-процессов, моделирования прогнозов динамики товарных рынков и рынков акций, анализа поведения инвесторов на фондовой бирже, моделирования поведения толпы в чрезвычайных ситуациях до агентных моделей поведения солдат на поле боя, проектирования интеллектуальных сетей (так называемых grid computing), поведения конкурентов, принятия решений потребителями при выборе из нескольких альтернатив и многое другое.

Важным преимуществом имитационного моделирования и в особенности агентного моделирования является возможность смоделировать так называемое «возникающее» поведение, которое трудно или же подчас невозможно смоделировать аналитически.

Подробно об имитационном моделировании и областях его практического приложения можно ознакомиться, например, в работах российских специалистов А. Борщева[1], М. Гарифуллина и др.[2], Ю. Карпова[3], Н. Лычкиной[4] и др.

---

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

[2] См.: *Garifullin M., Borshchev A. V., Popkov T. V.* Using Anylogic and Agent-Based Approach to Moddel Consumer Market // www.xjtek.com

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

[4] См.: *Лычкина Н. Н.* Современные технологии имитационного моделирования и их применение в информационных бизнес-системах. Тезисы докладов XIV Между-

Агентная имитационная модель интернет-портала по продаже авиабилетов

В данной статье рассматривается практический пример разработки имитационной модели для российского интернет-портала по продаже авиабилетов и бронировании гостиниц. Имитационная модель частично построена на основе реальных данных успешного российского интернет-агентства по продаже авиабилетов и бронирования гостиниц, вышедшего на рынок в 2009–2010 гг. и показавшего успешный рост (по соображениям сохранения коммерческой тайны имя компании не раскрывается). Имитационная модель выполнена в рамках агентного подхода в программном продукте Anylogic[1] компании XJ Technologies.

Объект имитационного моделирования

Компания, ставшая объектом имитационного моделирования, представляет собой туристическое агентство на основе интернет-портала, предоставляющее:

1) услуги в области продажи авиабилетов российских и международных авиакомпаний;
2) услуги в области подбора и бронирования гостиниц.

Конкурентными преимуществами интернет-портала являются:

- инновационная система быстрого поиска авиабилетов и сравнения найденных результатов;
- удобный интерфейс пользователя, позволяющий минимизировать время и усилия, затрачиваемые на ввод информации;
- инновационная система отслеживания и хранения данных по истории покупок авиабилетов/брони гостиниц, что делает сайт потенциально привлекательным для корпоративных пользователей. Например, для корпоративных пользователей предусмотрена возможность сравнения стоимости билетов, купленных сотрудниками компаний через данный сайт, с наиболее дешевой доступной альтернативой — это позволяет эффективно отслеживать расходы компании на деловые путешествия и оптимизировать их при необходимости.

Конкурентами сайта являются российские и зарубежные интернет-порталы, предоставляющие услуги сходного профиля — прежде всего такие компании, как Expedia.com, Orbitz.com, Booking.com, OctopusTravel.com, CheapTickets.com и др.

народной студенческой школы-семинара «Новые информационные технологии». М.: МИЭМ, 2006. С. 64–73.

[1] www.anylogic.com

Рис. 1. Упрощенная структура агентной модели модели интернет-сайта по продаже авиабилетов

Цель имитационного моделирования

Разработка имитационной модели преследовала несколько целей, среди которых:

1) выявить оптимальную стратегию развития интернет-портала;
2) провести сценарный анализ (всесторонний анализ чувствительности имитационной модели) в зависимости от изменения различных параметров (интенсивности рекламных кампаний, скорости распространения информации о сайте, поведения пользователей и т. п.);
3) использовать имитационную модель для демонстрации потенциала бизнеса в переговорах с российскими и зарубежными инвесторами: венчурными фондами и фондами прямых инвестиций (private equity).

Разработанная модель может служить основой не только для сценарного анализа, но, что немаловажно, также для поддержки принятия стратегических и операционных решений менеджментом интернет-сайта. Таким образом, разработанная имитационная модель может служить фундаментом для принятия широкого круга управленческих решений, мониторинга и стратегии развития компании.

Важно отметить также возможность менеджмента компании постоянно обновлять модель с учетом получаемых в режиме реально-

го времени данных, таким образом осуществляя постоянную калибровку модели и повышая точность ее прогнозных возможностей.

Краткое описание имитационной модели

Основная трудность, с которой традиционно сталкиваются специалисты по имитационному моделированию при разработке практически ориентированных агентных моделей, заключается в достоверном описании логики поведения агента.

В модели, разработанной авторами, проводится анализ динамики выручки компании в зависимости от механизмов распространения информации об интернет-портале (далее по тексту — сайт) среди потенциальных пользователей (как физических лиц, так и корпоративных клиентов). Моделируется поведение пятисот тысяч агентов, что соответствует населению небольшого российского города. Данный масштаб вызван ограниченными вычислительными мощностями ЭВМ, доступных авторам. В ходе будущих исследований несомненный практический интерес представляет усовершенствование данного показателя модели до 5–20 млн агентов, что позволит получить более достоверные данные и увеличить прогностические возможности модели.

Упрощенная структура агентной модели, отражающая базовую логику поведения агентов, представлена на рис. 1. В каждый момент времени агент может находиться в трех основных состояниях:

1) не знают о существовании сайта и, соответственно, не являются его пользователями;
2) знают о существовании сайта, но не являются его пользователями;
3) знают о существовании сайта и являются его пользователями.

Таким образом, в основе модели лежат принципы диффузии инноваций, использованные в моделях Фрэнка Басса [6]. Между тем сама модель адаптирована к ситуации и значительно усложнена. Основная задача для авторов заключалась в попытке смоделировать разнообразные механизмы оповещения потенциальных пользователей («неосведомленных») о данном сайте. «неосведомленные», узнав о сайте, либо становятся его пользователями, либо остаются «осведомленными непользователями» (т. е. знают о сайте, но не пользуются его услугами). Соответственно, важной управленческой задачей, которую требовалось решить, был выбор оптимального способа раскрутки сайта, позволяющего в кратчайшие сроки и с минимальными затратами добиться максимального уровня осведомленности всех потенциальных пользователей (задача 1).

На момент разработки модели сайт уже функционировал около одного года и за это время его аудитория расширилась от

нескольких десятков до почти пятидесяти тысяч уникальных посетителей и нескольких сотен продаваемых билетов в неделю. Тем не менее, данная аудитория по экспертным оценкам составляла менее 1% от потенциальной платежеспособной аудитории в 5–6 млн человек в России, регулярно пользующихся услугами интернет-сайтов при бронировании авиабилетов.

В связи с этим одна из главных задач состояла в корректном моделировании процесса распространения информации о сайте среди потенциальных пользователей. Руководство компании внимательно отслеживало показатель конвертации посетителей сайта в покупателей (далее по тексту — показатель конверсии), который на протяжении нескольких месяцев после запуска проекта колебался на уровне 1,2–1,8% (т.е., например, из каждых десяти тысяч посетителей сайта в день порядка 12–18 пользователей становились покупателями его услуг). В рамках моделирования было решено взять за основу средний уровень конверсии посетителей в покупателей в размере 1,5%. Таким образом, для прогнозирования выручки компании было необходимо корректно спрогнозировать динамику роста посетителей сайта и применить показатель конверсии посетителей в покупатели.

Также авторы исходили из допущения, что практически все покупатели, сделавшие хотя бы одну покупку, становятся постоянными пользователями сайта (лояльными пользователями). Таким образом, имея следующую информацию:

1) статистику средней периодичности путешествий пользователей в год (соответствующие исследования проводит, например, консалтинговая компания Forrester Research);
2) среднюю стоимость билета (были взяты данные компании);
3) комиссию сайта за оказание услуги по подбору и продаже авиабилета (данные компании), —

можно с высокой точностью предсказать оборот компании (количество проданных билетов за единицу времени, например месяц), а следовательно, и рассчитать выручку компании. Зная структуру расходов компании, далее не составляет труда получить такие финансовые показатели компании, как прибыль до уплаты процентов, налога и амортизации (EBITDA), чистую прибыль (net income), чистый денежный поток компании (Free Cash Flow to the Firm, FCFF) и другие необходимые расчеты для потенциального инвестора.

Второй по важности задачей была необходимость выявить тип аудитории, на которую должна ориентироваться компания — на индивидуальных пользователей (leisure travelers) или же на корпоративных пользователей (business travelers). Получить ответ на данный, казалось бы, очевидный вопрос в действительности совсем не просто: что принесет большую прибыль компании — ориентация на массовый (но менее прибыльный в расчете на одного пользователя)

сегмент индивидуальных пользователей или же на более эксклюзивный и труднодоступный сегмент корпоративных бизнес–пользователей (клиенты — организации), в которых сотрудники по многу раз в год ездят в командировки?

Ориентация на тот или иной сегмент требует абсолютно разных подходов к стратегии развития/продвижения сайта. Например, при ориентации на сегмент массового пользователя стратегия продвижения сайта может состоять из:

1) рекламы в интернете;
2) привлечения ведущих блогеров, дающих рекомендации своим читателям воспользоваться услугами данного сайта. Так, в рамках данного подхода необходимо задействовать эффекты «сарафанного радио» (word-of-mouth), которые позволят сгенерировать мощный импульс распространения информации о сайте по рекомендации пользователей.

Ориентация на корпоративных пользователей требует качественно иного подхода. В этом случае необходимо выявить компании, которые по роду своей деятельности тратят значительные средства на бизнес-путешествия (например, консалтинговые компании, инвестиционные банки, аудиторские компании и т. п.), проводить переговоры с каждым клиентом в индивидуальном порядке и заключать с ними контракты на обслуживание.

Такой подход требует значительных инвестиций в создание высокопрофессиональной команды менеджеров по продажам, которые будут мотивированы на поиск и привлечение корпоративных пользователей. Данный подход изначально не может предполагать «взрывного» роста, так как на подписание контракта с крупным клиентом будет уходить в среднем несколько месяцев с учетом затрат времени на переговоры и юридическое оформление договоров. Также в рамках данного подхода компании придется конкурировать с профессиональными игроками рынка, успешно работающими в данном сегменте уже много лет — такими как, например, Carlson Wagonlit, American Express, и ряд других.

Как видно, поиск ответов на поставленные вопросы представляет собой нетривиальную задачу, однако имитационное моделирование успешно справляется с данной проблемой.

Основные допущения модели:

1) Изначально подавляющее большинство агентов (99%) находится в состоянии «неосведомленные». Как уже упоминалось выше, в модели реализовано поведение 500 тыс. агентов. В модели предусмотрено, что каждый агент работает в компании. Размер компании задается на основе статистического распределения: для целей данной модели был выбран диапазон размера компаний от 200 до более 1000 человек.

2) Неосведомленные становятся пользователями сайта:
   - посредством перехода в состояние «клиент компании» по рекомендации уже существующих пользователей сайта. На начальном этапе количество уже существующих клиентов задается вручную и составляет 1000 агентов (модель позволяет задавать это значение достаточно гибко);
   - посредством узнавания о сайте от блогеров или в результате вирусного маркетинга;
   - в случае если компания, в которой работают потенциальные пользователи, становится клиентом сайта — корпоративным пользователем[1] (тогда агенты, работающие в этой компании, начинают по умолчанию пользоваться услугами сайта).
3) Индивидуальные пользователи, ставшие клиентами сайта, рекомендуют сайт с определенной периодичностью своим друзьям и коллегам. Среднее количество контактов у каждого пользователя 10 человек (при этом у каждого конкретного агента оно варьируется от 6 до 15 и задается Гауссовским распределением).
4) Средняя периодичность рекомендаций: 4–5 рекомендаций в 3 месяца (т. е. 1,3–1,5 рекомендации в месяц). Это одно из базовых допущений в модели, выведенное на основе анализа данных компании. Калибровка модели не проводилась, однако при необходимости данный параметр можно проверить соответствующим маркетинговым исследованием (например опросом пользователей). Важно отметить также тот факт, что в случае рекомендации агентом, пользующимся услугами сайта одного из своих контактов, данный агент больше не будет повторяться и рекомендовать сайт этому же контакту второй раз (эффект «рассказал всем, кому смог»).
5) Каждый лояльный пользователь покупает билет в среднем 3,4 раза в год (данные статистики компании). Средняя стоимость билета равняется 450 долл. США (также согласно накопленным данным компании).
6) Компания может подключать в месяц определенное количество корпоративных клиентов. Количество подключаемых клиентов зависит от количества нанятых менеджеров по продажам. Количество нанятых менеджеров по продажам регулируется экспериментатором и при необходимости может изменяться даже в процессе имитационного эксперимента (например, через год количество менеджеров по продажам может быть увеличено в 2 раза, отражая политику найма персонала).

---

[1] В этом случае пользователь.

7) Предполагается, что только от 10 до 30% работников фирмы, ставшей корпоративным пользователем сайта, ездят в командировки (как показывает реальная практика, нет компаний, в которых бы весь персонал регулярно ездил бы в командировки). Среднее количество путешествий (а следовательно, и покупок билетов сотрудниками корпоративных пользователей сайта) составляет 4,5 раза в год (данные компании).

Модель рассматривает три основных метода продвижения сайта: (1) посредством рекомендаций блогеров; (2) через вирусную рекламу и (3) посредством подписания договоров с корпоративными пользователями. Ниже более подробно о каждом из них:

- Посредством рекомендаций/упоминаний блогеров. В модели предусматривается рекламная кампания по продвижению сайта посредством рекомендаций на страницах блогеров. На контрольной панели управления моделью (рис. 2) создана кнопка «Добавить блогера». При ее нажатии в ходе имитационного эксперимента происходит добавление «блогера» в модель. Блогер представляет собой агента, который отличается от остальных агентов большим количеством контактов. Аудитория каждого блоггера — от 300 до 10 тыс. человек (выборка аудитории происходит случайным образом). Отдельным параметром задается количество добавляемых блогеров — для эффективной рекламной кампании сайта в сети понадобится одновременная работа с несколькими блогерами. Соответственно, блогеры оповещают всю свою аудиторию о сайте, т.е. включение блогера означает, что читающая его аудитория узнает о сайте. В модели сделано предположение, что от 30 до 70% (в среднем 50%) «узнавших» через блогера посетят сайт (существует возможность гибкого изменения этих параметров — компания может откалибровать их на основе соответствующего социологического исследования). От 1,5 до 5% от количества пользователей, узнавших о сайте через блогера, станут постоянными пользователями сайта (эти числа взяты как допущения, однако данные параметры несложно отследить на практике и провести калибровку модели соответствующим образом).
- В данном случае под вирусным маркетингом понимается создание и распространение в Интернете среди потенциальных пользователей вирусного ролика, рекламирующего сайт. Модель предусматривает создание на контрольной панели управления кнопки «Вирусный ролик», при нажатии которой «запускается» ролик: происходит эффект мгновенного оповещения определенного количества потенциальных пользователей о сайте. За короткий период (2–3 месяца) о сайте узнает 5–10% от общего количества агентов (25–50 тыс. агентов). Как в остальных

механизмах перехода, из них только 1,5% (экспертная оценка) станут постоянными клиентами сайта (данный параметр также поддается гибкому изменению и может быть откалиброван после соответствующих маркетинговых исследований).

- Данный подход опирается на работу менеджеров по продажам, каждый из которых в месяц заключает определенное количество договоров с корпоративными пользователями на обслуживание билетов через сайт. В данном случае использовано два базовых допущения:

1) в среднем каждый менеджер контактирует в месяц как минимум с десятью разными компаниями;

2) вероятность вовлечь компанию (т. е. подписать с ней договор о сотрудничестве) составляет 20%[1].

Оба параметра могут гибко корректироваться в соответствии с политикой компании. Таким образом, это позволяет смоделировать, скольких сотрудников компания нанимает для работы с корпоративными пользователями, и задать эффективность их работы.

На рис. 2 представлена контрольная панель, которая позволяет гибко настраивать сценарии в процессе имитационного эксперимента. Например, в определенный момент времени можно провести рекламную кампанию посредством задействования блогеров или же

Рис. 2. Контрольная панель для управления сценариями в процессе имитационного эксперимента

[1] Данные допущения были взяты авторами модели сознательно, так как на момент разработки модели соответствующей статистики еще не существовало.

вирусного маркетинга. Можно увеличивать / уменьшать количество работающих в компании менеджеров по продажам, которые отвечают за сегмент корпоративных пользователей, соответственно, будут меняться и результаты их работы.

Немаловажным является возможность гибко настраивать среднее количество поездок в год индивидуальных и корпоративных пользователей. В зависимости от макроэкономической ситуации в определенный момент времени среднее количество поездок может уменьшаться (например в ситуации экономического спада) или же возрастать (в случае роста экономики). Вместе с регулированием средней цены на авиабилет и маржинальности, которую закладывает компания (в данном случае заложена комиссия в размере 4,5% от стоимости билета), настройка данных параметров позволяет моделировать зависимость выручки от изменений экономической конъюнктуры. Наличие «Контрольной панели» позволяет моделировать широкий спектр потенциальных управленческих решений.

Рис. 3. Панель настройки эксперимента

Непосредственно перед запуском модели перед эспериментатором возникает «панель настройки» эксперимента (рис. 3), где можно гибко задавать основные параметры эксперимента, как, например, «количество агентов» (Number of People), «число пользователей сайта в момент старта эксперимента» (Number of Involved People), «количество рекомендаций сайта пользователем» (Recommedation Frequency), «эффективность рекомендации» (Recommendation Efficiency), «количество агентов, которых информирует блогер» (Blogger Informing Percentage), «количество контактов с клиентами менеджера по продажам» (в месяц) (Number of contacts per Manager), «вероятность компании стать корпоративным пользователем сайта после контакта с менеджером» (Probability to Involve Company), «среднее количество путешествий в год индивидуальных клиентов» (Annual Travel Frequency) и др.

На рис. 4 представлен один из сценариев поведения модели (расчетное время — 60 месяцев/5 лет):

1) динамика изменения количества «неосведомленных», «осведомленных» и «клиентов компании» представлена на диаграмме[1] (в относительных показателях — в процентах от моделируемого населения);
2) динамика изменения количества «осведомленных» и «клиентов сайта» (в ед. агентов) представлена на диаграмме 2;
3) разбивка по клиентам сайта (индивидуальным или корпоративным пользователям) приведена на диаграмме 4;

Рис. 4. Результаты агентной модели продвижения сайта по продаже авиабилетов

[1] Модель изначально была ориентирована авторами на зарубежных инвесторов и разрабатывалась на английском языке.

4) данные по динамике количества проданных билетов представлены на диаграмме 5;
5) на диаграммах 3 и 6 представлена динамика роста ежемесячной и годовой выручки соответственно. На диаграмме также приведена общая ежемесячная выручка и разбивка на выручку от корпоративных клиентов (нижний график на диаграмме) и от индивидуальных пользователей (физических лиц).

Анализ чувствительности модели

Анализ чувствительности модели представляет собой заключительный этап моделирования, помогающий наглядно представить изменение результатов эксперимента в зависимости от варьирования определенными параметрами. Например, можно варьировать следующие параметры:

1) среднюю стоимость билета и наценку на билеты: можно анализировать чувствительность выручки к данным параметрам;
2) среднюю периодичность путешествий частных и корпоративных пользователей: можно предусмотреть в модели, что через 2–3 года пользователи станут в среднем путешествовать чаще/реже в связи, например, с улучшением/ухудшением макроэкономической ситуации;
3) скорость распространения информации о сайте (эффект Word-of-Mouth): насколько быстрее будет расти выручка, если пользователи будут на 30% чаще рекомендовать его другим? на 50%? в 2 раза чаще? Что будет, если регулярно проводить

Рис. 5. Эффекты роста осведомленности пользователей при запуске вирусного ролика и рекламной кампании блогеров

рекламные кампании с помощью блогеров? Вирусного маркетинга (рис. 5)?

4) показатель конверсии посетителей сайта в покупатели: что будет, если при помощи программы стимулирования пользователей увеличить этот показатель с 1,5% до 3–4%? Как это отразится на выручке, если данный показатель будет плавно расти/уменьшаться на протяжении следующих двух лет?
5) количество менеджеров: что будет, если увеличить количество менеджеров по продажам, работающих с корпоративными пользователями, на 50%? в 2 раза? в 5 раз?

Уникальная возможность имитационного моделирования состоит в возможности изменять ключевые параметры (допущения) модели непосредственно в процессе имитационного эксперимента. Это достоверно отражает реальность, когда управленческие решения принимаются и корректируются по ходу развития событий, позволяя организации гибко реагировать и адаптироваться к изменениям окружающей среды.

Например, модель можно было бы запрограммировать таким образом, чтобы отразить непосредственно в ходе имитационного эксперимента:

- увеличение в третьем году среднего количества путешествий пользователей с 3,5 до 4,2 раз в год;
- увеличение через год наценки на билеты в среднем на 0,5%;
- снижение средней стоимости билета на 25% через два года;
- увеличение менеджеров по продажам в 2 раза через год;
- рост показателя конверсии пользователей в покупатели с 1% до 5%.

Как видно, имитационная модель успешно справляется с многофакторным изменением ситуации. При этом возможности программного обеспечения позволяют:

1) изменять ключевые параметры вручную в ходе эксперимента;
2) запрограммировать изменение этих параметров в заранее предусмотренный момент.

Выводы

Имитационное моделирование — это огромный шаг вперед в разработке «динамических бизнес-планов», прогностические возможности которых еще предстоит раскрыть. Потенциальный инвестор, который не пожалеет времени и средств на разработку подобных моделей при оценке венчурных проектов и стартапов, получит мощный инструмент для полноценного анализа ситуации и глубокой проработки вопросов инвестиционной оценки. Менеджмент любой компании, вооруженный имитационным моделированием,

сможет создать модель для оценки стратегии развития компании в условиях высококонкурентной среды и оценить различные сценарии развития событий.

Благодаря имитационному моделированию, собрав необходимую вводную информацию путем проведения соответствующих социологических и маркетинговых исследований, можно создать реалистичную модель поведения потребителей и отношения потребителей к предлагаемой услуге/товару. Такого рода имитационные модели позволяют проводить качественно новый анализ, невозможный при помощи стандартных средств построения финансовых моделей, как, например, с помощью Microsoft Excel, когда ключевые параметры модели задаются экспертно/простой экстраполяцией предыдущего тренда. Рамки моделирования существенно раздвигаются — от построения исключительно финансово ориентированных моделей мы переходим к построению моделей поведения потребителей, которое является определяющим драйвером выручки/прибыли компании.

Одна из наиболее перспективных областей применения агентных моделей лежит в секторе венчурных инвестиций, где подчас бывает практически невозможно корректно спрогнозировать динамику поведения потребителей. Имитационные агентные модели, основываясь на данных, собранных на начальной стадии проекта или в рамках пилотных экспериментов, позволят разработать имитационную модель, которая даст возможность инвестору получить набор реалистичных сценариев будущего развития событий и, таким образом, принять гораздо более обоснованное и взвешенное решение.

Кейс № 8

Моделирование поведения потребителей[1]

Можно ли предсказать поведение потребителей? Каким образом наши клиенты делают свой выбор и что, в конечном счете, играет решающую роль — низкая цена, удобство расположения офиса или вежливость и приветливая улыбка продавца, который общается с клиентами? Как оценить реакцию потребителей на изменения в маркетинговой стратегии или запуск нового продукта? Можно ли просчитать ответные шаги конкурентов и разработать стратегию конкурентной борьбы по аналогии с партией в шахматы или такого рода решения всегда будут оставаться импровизацией, успех которой зависит только от таланта маркетолога? Многие руководители многое бы отдали, чтобы получить ответы на эти вопросы. Еще десять–пятнадцать лет назад такая постановка вопроса, возможно, вызвала бы улыбку или изрядный скепсис. Однако сегодня построение подобных прогностических моделей рынка стало реальностью благодаря поведенческой экономике и агентному моделированию.

Поведенческая экономика и агентное моделирование как новейший инструмент прогнозирования

Многочисленные исследования убедительно доказывают, что человек в большинстве случаев не может принять полностью ра-

---

[1] Данный кейс адаптирован по статье Д. Ю. Каталевского, В. В. Солодова, К. К. Кравченко «Моделирование поведения потребителей», опубликованной в журнале «Искусственные общества». 2012. Т. 7. № 1–4; http://www.artsoc.ru

Солодов Владимир Викторович — кандидат политических наук, доцент факультета государственного управления МГУ, преподаватель на программах MBA и EMBA РАНХиГС. Имеет обширный опыт преподавания, консультирования органов государственной власти, экспертной работы в рамках исследовательских проектов и грантов. Преподаватель на международных школах по имитационным играм и моделированию, участник международных школ по играм и моделированию ISAGA (Дели, 2008), Central European University.

Кравченко Константин Константинович имеет обширный опыт работы на ведущих руководящих позициях в телекоммуникационной отрасли, с 2004 по 2012 г. работал генеральным директором компаний ЗАО «Центел» и ОАО «Московская сотовая связь», руководил Московским филиалом ОАО «Ростелеком». Под его руководством был осуществлен запуск брендов услуг широкополосного доступа в интернет QWERTY и SKYLINK.

циональные решения. Впервые об основавший это американский исследователь Герберт Саймон был удостоен Нобелевской премии по экономике за открытие теории ограниченной рациональности. Помимо трудов Герберта Саймона и предложенной им концепции ограниченной рациональности многие ученые из различных областей внесли 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, зато достаточно успешны в быстром распознавании шаблонов / образцов поведения или ситуаций, в интерпретации информации на основе собственного субъективного опыта, руководствуясь интуитивными решениями (зачастую, к сожалению, ошибочными)[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 Дэниэл Канеман совершил совместно со своим коллегой и другом Амосом Тверским в 1970–1990-х гг., однако Амос 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. 2002. December 8; *Kahneman D., Tversky A.* Prospect theory: An analysis of decisions under risk // Econometrica. 1979. 47. P. 313–327.

[3] *Kahneman D.* Maps of Bounded Rationality: Psychology of Behavioral Economics // The American Economic Review. 2003. 93 (5). P. 1469.

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 выводы данных исследований убедительно опровергают традиционный тезис о том, что люди как экономические агенты, словно роботы, стремятся максимизировать полезность при принятии решений.

Однако лабораторные исследования — одно, а практика жизни — совсем другое. Поведенческие исследования показали необходимость глубоко понимать мотивы и логику поведения потребителей, в том числе — и уже упоминавшиеся нерациональные аспекты поведения потребителей. Иными словами — все то, что стоит за принятием решения потребителем при выборе определенного товара или услуги. Поведенческая экономика во многом сформировала спрос на новый инструмент экономического моделирования, который позволил бы учесть индивидуальные особенности принятия решений, далекие от традиционно принятых в экономике понятий рациональности. До недавнего времени не представлялось возможным сравнительно легко и наглядно интегрировать поведенческую экономику в реальную модель принятия решений. Ответом на этот вызов стало появление инструментария агентного моделирования.

Агентное моделирование зародилось в 1990-х гг. в стенах Университета Карнеги-Меллон. Сегодня это, пожалуй, наиболее передовой метод имитационного моделирования, который используется учеными и исследователями в области экономики и управления, позволяющий смоделировать ситуации практически неограниченной сложности. В настоящее время агентные модели с успехом применяются крупнейшими мировыми компаниями, как, например, General Electric, IBM, Daimler, Semantic, AT&T, Accenture, Volvo и др., а также NASA, корпорацией RAND и многими другими. Эти и другие организации успешно применяют имитационное моделирование для самого широкого круга проблем — от оптимизации бизнес-

---

[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: Experiements 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.

процессов, моделирования прогнозов динамики товарных рынков и рынков акций, анализа поведения инвесторов на фондовой бирже, моделирования поведения толпы в чрезвычайных ситуациях до моделей поведения солдат на поле боя, проектирования интеллектуальных сетей, поведения конкурентов, принятия решений потребителями при выборе из нескольких альтернатив и во многих других областях. Важнейшим преимуществом агентного моделирования является возможность смоделировать так называемое возникающее поведение, которое трудно или же подчас невозможно смоделировать аналитически.

В основе агентного моделирования лежит попытка понять логику принятия решения отдельно взятым потребителем, формализовать ее и объединить в единую модель, которая агрегирует индивидуальный выбор сотен и тысяч независимо действующих потребителей. На языке моделирования автономно принимающий решение субъект и называется агентом: агентом может быть как индивидуальный потребитель, так и целые социальные группы или организации.

Агентное моделирование позволяет выявлять, каким образом значительные последствия рождаются из небольших и на первый взгляд незначительных факторов, определяющих поведение и взаимодействие каждого из агентов. Данный вид моделирования основан на описании процессов «снизу-вверх»: в основе модели лежит набор основных параметров, которые характеризуют агентов и алгоритм принятия индивидуальных решений. Обобщенное поведение системы рождается из этих индивидуальных решений, а также взаимодействия между агентами.

Агентное моделирование позволяет перекинуть мостик от лабораторных исследований теоретиков поведенческой экономики к прикладному моделированию поведения потребителей в различных областях экономики и бизнеса. В настоящее время мы стоим у истоков формирования принципиально новой области научно-практических исследований и управленческого консалтинга — моделирования поведения потребителей.

Желание спрогнозировать поведение потребителей требует создания сложных агентных моделей поведения, на основе которых можно тестировать различные управленческие решения. Однако недостаточно просто иметь в наличии инструмент, который может решить задачу такого масштаба, коим становится агентное моделирование. Вторым необходимым слагаемым успеха является понимание логики мышления потребителя и принятия им решения о выборе того или иного товара либо услуги. И вот в этом, на первый взгляд, хорошо изученном вопросе и кроется основная сложность...

Некоторые исследования в области моделирования поведения потребителей

Модель поведения потребителей в супермаркете (Simstore): модель существующего в Лондоне супермаркета Sainsbury. В данной модели агенты имели лист покупок, собранный по данным, и на основе его передвигались по магазину. Модель позволяла выявить наиболее популярные пути движения агентов, которые при помощи дальнейшей оптимизации позволяли экспериментировать с количеством совершенных покупок агентами в магазине. Сокращение пути помогало агентам быстрее совершить покупки. Увеличение пути давало выгоду супермаркету, увеличивая вероятность импульсивных закупок.

Источник: *Venables M., Bilge U.* Complex adaptive modelling at J Sainsbury: the SimStore supermarket supply chain experiment, The LSE Strategy & Complexity Seminar, 30 March, 1998.

Модель потребительского выбора на рынке музыки: модель для предсказания продаж компакт-дисков на рынке японской поп-музыки. Данный рынок затруднителен для предсказания продаж из-за сравнительно короткого жизненного цикла товаров, неравного распределения продаж, присутствия сильного эмоционального элемента в покупке, а также из-за важности влияния сверстников. Входные данные включали в себя характеристики певцов, затраты на рекламу и ожидания продавцов. Агенты в модели подвергались воздействию ТВ-рекламы и ТВ-программ, радиотрансляциям и розничному продвижению, на основе которых они формировали представление об определенном CD. Вдобавок каждый агент имел сеть друзей, советам которых он доверял в выборе музыки, что позволяло учесть эффекты «сарафанного радио» при решении о покупке.

Источник: *Makoto M.* Forecasting hits in the J-Pop market: a practical application of multi-agent simulation in Japan'', SFI Business Network: Tutorial on Complexity and Agent Based Modeling, 2000/1/25.

Модель потребительского выбора одежды: модель учитывает разнообразные психологические факторы, такие как мотивацию, предпочтения и различного рода ограничения по выбору одежды. В результате исследования была создана сложная модель потребительского выбора, учитывающая идентичность и самовосприятие покупателей. Модель успешно прошла детальный процесс верификации и калибровки.

Источник: *Brannon E., Ulrich P., Anderson L. J., Presley A. B., Thommesen S.* Agent-based simulation of the consumer's apparel purchase decision. National Textile Center Report I98-A09-A1, 2000.

Модель потребительского выбора на рынке услуг страхования: модель предпринимает важную попытку концептуализации процесса выбора страховых услуг, рассматривая ключевые внутренние и внешние факторы, обусловливающие данный выбор. Модель также учитывает взаимосвязь между ценой и качеством за услуги, а также влияние социальных связей потребителей на принятие решения.

Источник: *Ulbinaitė A., Kučinskienė M., Le Moullec Y.* Conceptualising and Simulating Insurance Consumer Behaviour: an Agent-Based-Model Approach // International Journal of Modeling and Optimization. Vol. 1. No. 3. August 2011.

Удивительно, насколько приблизительное представление зачастую имеет менеджмент компаний о мотивах и алгоритмах поведения своих потребителей (если вообще задумываются о данной проблеме). К сожалению, оно неоднократно подкреплялось наблюдениями из реальной деловой практики. Многие опытные маркетологи, руководители аналитических департаментов крупных российских и международных компаний обычно затрудняются ответить на, казалось бы, простой и очевидный вопрос: «Каким образом принимается решение потенциальным покупателем о выборе вашей услуги/товара?».

Так, например, некоторое время назад авторы данной статьи вели переговоры с одним из крупнейших ритейлеров мобильных телефонов. На наш вопрос, насколько хорошо компания понимает поведение своих потребителей, был получен ответ, что компания ведет детальный учет ассортимента проданной продукции, имеет хорошо организованную программу лояльности для клиентов и CRM-систему. Тогда мы попросили руководителя отдела маркетинга компании назвать наиболее важные критерии, почему потребители делают покупки в их магазинах, а не у конкурентов — при выборе их магазинов руководствовались ли они брендом магазина, ценовой политикой, сервисом или же просто шли в ближайший к дому магазин. После долгой паузы руководитель отдела маркетинга ответил так: «Я могу вам точно сказать, сколько сотовых телефонов красного цвета мы продали вчера/за неделю/месяц/год, но на ваш вопрос ответить не могу». Руководитель отдела маркетинга крупной компании не смог дать ответа на казалось бы очень простой вопрос: «Почему потребители, выбирая между несколькими салонами связи, заходят именно в их магазины?».

Непонимание поведения потребителей часто приводит к неэффективному расходованию маркетинговых и рекламных бюджетов. Многие компании не успевают почувствовать изменение тренда в поведении потребителей. Например, некоторые крупные ритей-

леры электроники с тревогой замечают признаки того, что потребители все чаще используют их магазины в качестве бесплатного шоу-рума: изучив и детально осмотрев новинку в магазине, они возвращаются домой, чтобы сделать покупку по интернету. Осознание такого рода трендов должно не только в корне изменить подход к маркетингу и рекламе, но вызвать полное переосмысление принципов ведения бизнеса компании.

2. Критика «чистого» маркетинга

При более детальном анализе проблематики моделирования поведения потребителей становится очевидным ее нетривиальность. Несмотря на наличие пухлых маркетинговых отчетов, сложнейшие CRM-системы, которые используют многие крупные компании, область осуществления выбора потребителем и того, что на этот выбор влияет, скрыта плотной завесой тумана. Интересно, что подавляющая часть существующих маркетинговых исследований оказывается практически полностью бесполезной для исследования вопросов механизма потребительского выбора. Иными словами, как это ни парадоксально, но большинство маркетинговых отчетов в традиционном их понимании мало чем могут помочь нам в анализе простого вопроса: «Как именно и почему потребитель совершает выбор между продукцией вашей компании и вашими конкурентами?».

Одна из главных причин заключается в том, что любой маркетинговый отчет — это прежде всего отчет «в статике», т. е. своеобразная «фотография» текущего расклада сил на рынке. Стандартные маркетинговые отчеты фиксируют ситуацию на текущий момент — как рынок поделен между конкурентами, с какой скоростью рынок рос за последний период (несколько периодов) и т. п. Между тем любому руководителю важно не только понимать текущую ситуацию, но правильно оценить тренд — предугадать, каким образом будет изменяться ситуация. Стандартные маркетинговые исследования «решают» эту проблему… экстраполяцией тренда, зачастую основываясь на прошлых данных и/или экспертных оценках. Не затрагивая вопрос качества экспертных оценок при прогнозировании нелинейных процессов (оставим его на совести экспертов), зададимся фундаментальным вопросом: «Возможно ли вообще предсказать будущее на основе прошлых трендов?» До некоторой степени это возможно — особенно на зрелых рынках и в сложившихся отраслях. Так, очевидно, что сравнительно легко предсказать потребление услуг на довольно инертном рынке ЖКХ (потребление населением электричества, воды, газа), устоявшихся пищевых продуктов (хлеб, молочная продукция, пиво и т. п.), крупной бытовой техники и т. п. Однако «экстраполяционное мышление», к сожа-

лению, столь часто свойственное многим руководителям, может привести в очень опасную «ловушку индуктивности», замечательно описанную известным английским математиком и философом Бертраном Расселом более ста лет назад (см. главу 1).

Например, в сфере высоких технологий и, в частности, в телекоммуникациях подобные «прогнозы» далеко не всегда смогут предсказать радикальные сдвиги, связанные с появлением прорывных технологий, как, например, появление и успех продукции Apple (iPhone, iPad, MacBookAir), социальных сетей Facebook и LinkedIn, закат традиционных смартфонов, производимых Nokia, и т.п. Подход экстраполирования тренда к изучению рынка, без сомнения, еще не раз поможет пополнить копилку крупных ошибок в управлении, весьма дорого обошедшихся руководителям и их компаниям.

Классикой менеджмента стали такие примеры, как, например, мнение Генри Форда, что «автомобиль может быть любого цвета, если этот цвет черный», что стало пропуском в бизнес для компании General Motors и на десятилетия определило компании «Форд» место «вечного второго»; мнение руководителя IBM Томаса Уотсона, предполагавшего в 1940-х гг., что компания «не найдет на мировом рынке спроса и для пяти компьютеров»; ответ профессоров Йельского университета на предложение Фреда Смита (будущего основателя Federal Express) об организации сервиса доставки товаров на дом: «Концепция интересна и хорошо оформлена. Но для того чтобы идея работала, она должна содержать здравый смысл».

Еще более драматичны современные примеры недопонимания компаниями потребностей и поведения своих потребителей, что, например, стоило компании Nokia потери капитализации более чем на 90% за последние несколько лет. Недооценка компанией RIM, производителя некогда столь любимых в корпоративном мире благодаря удобной клавиатуре и защищенному протоколу электронной почты смартфонов Blackberry, угрозы со стороны iPhone и смартфонов на платформе Android, гораздо более удобных и функционально богатых, привела практически к полной утрате капитализации канадской компании к середине 2012 г. (падение капитализации составило более чем на 85%). Появление MacBookAir с высокой стоимостью и без DVD-привода и традиционных жестких дисков поначалу вызвало смех конкурентов и некоторых экспертов отрасли, окрестивших его «ноутбуком для блондинок», однако данный класс ноутбуков значительно потеснил позиции признанного в прошлом лидера премиального сегмента ноутбуков — японской компании Sony, а также Dell и HP, основав целую нишу, получившую название «ультрабуков». Тем не менее многие восхищаются феноменальной прозорливости Стива Джобса в понимании потребностей потреби-

телей, его интуитивной способности предсказывать (и даже в определенной мере формировать) поведение потребителей.

Сейчас представляется трудным оспорить тот факт, что компании Nokia, RIM, Sony и многие другие высокотехнологические гиганты, переживающие трудные времена, попросту не сумели правильно определить, чего хочет потребитель — простых в использовании, но функционально богатых смартфонов с сенсорным экраном, сверхлегких производительных ноутбуков, планшетов iPad. Вероятно, в будущем вопросам падения капитализации данных компаний будет посвящен не один кейс в ведущих бизнес-школах.

Другая важная причина слабой эффективности стандартных маркетинговых отчетов — это так называемый макроподход. Что это означает? Прежде всего — *ориентацию на общую картину рынка при одновременном игнорировании «микроподхода», т. е. анализа того, что нужно потребителю, почему и как он осуществляет свой выбор*. Ключевые слова тут «при одновременном игнорировании»: сам по себе общий взгляд на рынок с осмыслением актуальных тенденций, трендов, стратегии конкурентов, безусловно, очень важен. Однако когда он становится «вещью в себе», менеджмент, увлекающийся глобальными картинами и стратегиями, забывает про потребителя и удовлетворение его потребностей.

Простой пример из области телекоммуникационного рынка России: мы являемся свидетелями, что на текущий момент (2012 г.) многие провайдеры услуг доступа в Интернет для обеспечения роста делают ставку на интенсивные сделки по слияниям и поглощениям. Рост доли на рынке в данном случае планируется за счет выкупа абонентской базы своих конкурентов. Описанный выше «макроподход» фактически навязывает такую стратегию. Даже не задаваясь вопросами потенциальной переплаты и справедливой стоимости покупаемых компаний-таргетов, разумно задуматься, а что произойдет с абонентами после приобретения конкурента — сможет ли новая компания удержать их? Вот когда на первый план выходит микроподход, ставящий вопросы в несколько ином ракурсе: а насколько лояльны абоненты оператору? Каковы барьеры перехода от одного провайдера к другому? Что если завтра на рынок выйдет оператор с сетями нового поколения и предложит тарифы дешевле, скорость выше, а подключение — удобнее? И вполне может получиться, что база абонентов, за которую заплатил провайдер, довольно быстро переместится к конкурентам.

В нашем понимании микроподход тесно связан с изучением мотивов поведения потребителей, механизма и логики осуществления выбора потребителем. Поиск правильного решения любой проблемы управления прежде всего зависит от правильной постановки задачи. В этом смысле именно необходимость моделиро-

вания механизма потребительского выбора позволяет правильно сформулировать задачу, решение которой предоставит в распоряжение менеджмента компании принципиально новый инструмент управления, по своим прогностическим возможностям многократно превосходящий большинство доступных на текущий момент.

Ввиду этого как никогда актуальным становится вопрос, а что же делать тем руководителям, которые не имеют феноменальных способностей Стива Джобса тонко чувствовать потребителя? Ответ прост и сложен одновременно — изучать поведение потребителей, механизм потребительского выбора, моделировать его при помощи агентного моделирования (возможно, в комбинации с методом conjoint analysis) и экспериментировать с разнообразными стратегиями на основе созданных моделей. Он прост, так как интуитивно очевиден, однако он же и сложен ввиду высоких барьеров в виде нетривиальности корректного применения данного инструментария и необходимости значительного переосмысления методов получения исходной маркетинговой информации о потребительском выборе.

В этом смысле исследование механизма потребительского выбора представляет собой новую пионерную область научных исследований на стыке маркетинга, когнитивной психологии и имитационного моделирования. К современному топ-менеджменту в данной ситуации применима концепция профессора Гарвардской школы бизнеса Клейтона Кристенсена, известная как «дилемма инноватора»: руководитель мучается выбором между продвижением старых продуктов/технологий и новых (в нашем случае — агентного моделирования), неся при этом риск потенциального провала в случае, если новые продукты/технологии себя не оправдают (и в ряде случаев — риск заката своей карьеры в данной компании). У такого руководителя значительный соблазн сохранения статуса кво в своей работе, оставаясь в старой и пока еще стабильной парадигме (соответственно, с минимумом карьерного риска для себя). В целом считается, что чем крупнее компания, тем более она бюрократична и склонна поощрять именно тип поведения, нацеленный на сохранение статуса кво, который в конце концов и приводит ее к провалу на рынке (печальный пример обанкротившейся компании Kodak, вследствие того, что компания вовремя на распознала тренд цифровой фотографии и не сумела на него перейти).

По аналогии с Клейтоном Кристенсеном мы формулируем концепцию «дилеммы маркетолога»: можно изучать рынок с помощью новейшего инструментария, каковым является имитационное моделирование и, в частности, агентное моделирование, при этом

рискуя своим временем и затраченными средствами на разработку сложных моделей поведения потребителей (которые могут дать отдачу далеко не сразу) или же остаться в рамках стандартных, но устаревающих традиционных подходов.

Те, кто выберут первый путь, столкнутся с препятствиями и сложностями, однако в случае успеха наградой за потраченные усилия станет возможность получить принципиально новый и действенный инструмент прогнозирования рынка.

Несколько несбывшихся предсказаний

- «Потенциальный мировой спрос на копировальные машины не превысит 5000 аппаратов» — ответ IBM основателям Xerox, обосновывающий, что для копировальных машин не будет достаточно большого рынка сбыта, чтобы окупить расходы (1959);
- «Нет причин думать, что кто-то захочет иметь компьютер дома», — Кен Олсон, основатель некогда успешной компании Digital Equipment Corporation, DEC (1977);
- «Я считаю, что Интернет в ближайшее время будет сверхновой звездой, но в 1996 г. его ждет катастрофический коллапс» — Роберт Меткалф, основатель 3Com и изобретатель Ethernet в статье для InfoWorld (1995);
- «Забудьте о nano. Кому он нужен? Кто будет слушать 1000 песен?», — Эд Зандер, CEO Motorola о выходе на рынок плейера iPod Nano (2005);
- «Я не думаю, что успех iPod будет продолжительным» (из интервью Билла Гейтса немецкой газете Frankfurter Allgemeine Zeitung (2005);
- «Это самый дорогой телефон в мире. И он непривлекателен для корпоративных клиентов, потому что у него нет клавиатуры» (интервью CEO Microsoft Стива Балмера каналу CNBC после презентации iPhone (2007));
- «Google не попадет в список наших главных конкурентов в сфере мобильных операционных систем» (из выступления Стива Балмера, CEO Microsoft, об Andriod на одной из высокотехнологичных конференций (2008).

3. Опыт моделирования рынка услуг доступа в Интернет

Несмотря на молодость имитационного моделирования и, в частности, самого агентного подхода и его применения к вопросам моделирования поведения потребителей[1], некоторые российские компании активно внедряют передовые научные разработки. На-

[1] *Garifullin M., Borshchev A., Popkov T.* Using Anylogic and Agen-Based Approach to Model Consumer Market // www.xjtek.com

пример, по заказу одной из крупнейших российских телекоммуникационных компаний авторами была проведена работа по моделированию поведения потребителей на рынке широкополосного доступа в интернет.

Перед компанией, являющейся одним из крупнейших игроков на рынке предоставления услуг широкополосного доступа в интернет, стояла задача увеличить долю на рынке и эффективно противостоять активизирующимся конкурентам. Конкурентными преимуществами компании были возможность аккумулировать мощные финансовые ресурсы, хорошо развитая, разветвленная сеть подразделений и штат высококвалифицированных сотрудников с опытом работы с высокотехнологичным оборудованием. В качестве вариантов развития компании рассматривалась как возможность органического роста (посредством увеличения абонентской базы за счет более конкурентного предложения), так и вариант поглощения менее крупных конкурентов.

Благодаря многолетнему опыту и накопленной информации о потребителях специалистам удавалось достаточно хорошо чувствовать рынок, что выражалось в ряде очень успешных акций по привлечению новых абонентов, реализованных за последние два-три года. В то же время далеко не все инициативы и промоакции были успешными. Компания представлена в десятках городов и населенных пунктов, в которых острота конкурентной борьбы сильно варьируется — от спокойно-умеренной до достаточно жесткой. Территориальные отделы маркетинга, перегруженные текущей работой и многочисленными формами отчетности, зачастую вынуждены принимать инерционные или стандартные решения, не всегда соответствующие специфике населенного пункта и сложившейся на данный конкретный момент конкурентной ситуации. Постоянное усиление конкуренции, связанное с выходом на рынок операторов сотовой связи, а также появлением новых игроков, реализующих услуги на основе инновационных технологических решений (беспроводные сети нового поколения), повышали остроту борьбы за пользователей.

В рамках изучения рынка и, в частности, поведения пользователей у топ-менеджмента компании возникла идея разработать имитационную модель поведения потребителей и механизма потребительского выбора, которая интегрировала бы статистическую информацию, а также накопленные экспертные знания менеджмента компании и ее ведущих специалистов по маркетингу. Модель должна была также позволить гибкую настройку и учет специфики конкурентной ситуации в каждом городе и значимом населенном пункте региона присутствия компании.

Основные факторы при выборе потребителями провайдера услуг широкополосного интернета (на основе маркетингового исследования, данные компании-заказчика имитационной модели):

Фактор	Комментарии	Вес
Цена	Ежемесячная стоимость предоставления услуг	0,15
Скорость передачи данных	В Мбит/с	0,25
Качество соединения	Стабильность подключения и соответствие скорости заявленной	0,3
Проведение специальных акций	Временных/постоянных, бесплатный или льготный период пользования услугами	0,15
Дополнительные услуги	IP-TV, ресурсы локальной сети	
Надежность и удобство технической поддержки	Включая удобство оплаты услуг	0,05
Удобство подключения	Установка и настройка оборудования	0,1

Факторы, отраженные в модели:

Цена	**Основные факторы**, определяющие выбор агентов того или иного тарифа в модели
Скорость передачи данных	
Качество соединения	Определяется для каждого из провайдеров на основе экспертной оценки менеджмента компании
Проведение специальных акций	Учитываются, играют заметную роль «при прочих равных» при сравнении тарифов
Дополнительные услуги	В пилотной версии модели не учитывались (расценены как несущественные)
Надежность и удобство технической поддержки	
Удобство подключения	

Рис. 1. Факторы выбора потребителями провайдера услуг широкополосного доступа в интернет

Поведение потребителя при выборе широкополосного доступа к сети интернет можно представить в виде определенного алгорит-

ма. Например, упрощенно, типичное поведение потребителей при выборе провайдера интернета основывается на:

1) сборе тарифных предложений, доступных в месте проживания пользователя;
2) сопоставлении каждого предложения по заданным параметрам (сравнении их потребительской полезности);
3) выборе лучшего предложения.

В рамках исследования была создана агентная модель поведения потребителей, позволяющая специалистам компании тестировать различные комбинации новых тарифных планов с возможностью прогнозирования спроса на данные услуги со стороны потенциальных потребителей. Модель позволяет заводить новые тарифы как от имени самой компании, так и от имени ее конкурентов, тестировать сценарии интенсивности конкурентной борьбы, появления на рынке новых конкурентов с нестандартными предложениями (например, политики демпинга конкурентами и т. п.). Результатом моделирования становится прогноз изменения абонентской базы у самой компании и ее конкурентов от действия как самой компании, так и ее конкурентов. Полученная модель позволяет разрабатывать многоходовые сценарии конкурентной борьбы и тестировать различные доступные инструменты воздействия на потребителей — новые тарифы, промоакции и т. п.

Значение наличия подобной модели в арсенале аналитика трудно переоценить. Это не только 1) основа для принятия решений в области тарифной политики, но и 2) возможность оценить отдаленные последствия принятых решений. Например, если модель прогнозирует, что новый тариф будет пользоваться популярностью среди абонентов и на него перейдут многие потребители, можно приближенно рассчитать эффект нагрузки на сеть от притока новых абонентов и, соответственно, заранее предусмотреть необходимые инженерные работы по повышению пропускной способности канала связи. Модель может быть гибко адаптирована к реалиям различных городов и специфике конкурентной борьбы в каждом конкретном городе: например, учесть, что в одном городе всего два конкурента, а в другом — пять и на рынок собирается выйти шестой.

Уникальность модели заключается в том, что в основе заложена логика поведения пользователей услугширокополосного доступа в Интернет, которая была изучена и описана авторами совместно со специалистами отдела маркетинга компании. Базовая модель поведения потребителей была изучена на основе двух детальных маркетинговых опросов более чем двухсот респондентов, а затем была уточнена в ходе нескольких стратегических экспертных сессий с участием ключевых маркетологов и представителей топ-менеджмента компании. Полученные в ходе исследования дан-

Рис. 2. Модель конкуренции на рынке предоставления услуг доступа в интернет. Пользователи выбирают одну из трех компаний на рынке (1), пользователи переключаются между компаниями (2), неудовлетворенные пользователи уходят от одного из конкурентов и переходят к одному из двух других

ные были заложены в агентную имитационную модель, которая прогнозирует решение агента-потребителя о переходе на новый тариф. Каждый агент действует самостоятельно и независимо от других на основе заложенной в него системы предпочтений и правил поведения (рис. 2).

Важно, что данная модель позволила учесть как рациональные, так и иррациональные аспекты поведения. Например, исследование поведения потребителей, проведенное нами совместно со специалистами компании, выявило ряд интересных и неочевидных на первый взгляд особенностей поведения абонентов, среди которых:

1) определенная инерция при переключении абонентов: существуют ментальные барьеры на переход, вследствие которых абоненты обычно переходят не просто на любой более дешевый тариф (при условии как минимум не ухудшения скорости), а на тариф, который дешевле текущего на определенную величину (ключевым вопросом здесь стало определение данной величины — т. е. насколько выгоднее должен быть новый тариф, чтобы потребитель на него переключился?);
2) внутренние переходы: зачастую даже если новый предложенный конкурентом тариф выглядит привлекательным для переключения, многие абоненты сначала проконсультируются со своим текущим оператором касательно наличия у него ана-

логичных тарифов и скорее перейдут на него (т. е. осуществят переход внутри), чем попробуют аналогично;

3) абоненты-«летуны»: абоненты, которые «клюют» на количество бесплатных месяцев по акциям, предлагаемых при введении нового тарифа. Типичное поведение «летунов» — воспользоваться бесплатным сроком пользования и уйти обратно или же переключиться на новую акцию у другого конкурента (если это возможно). Ключевые вопросы: «Какова доля “летунов” среди тех абонентов, кто пришел по акции?», «Каковы барьеры переключения данного типа потребителей?».

Базовая формула перехода агента от одного провайдера к другому рассчитывается по следующей формуле:

$$(P_i \times n_j + S_i \times m_j) \times (1 + k) < (P_{i+1} \times n_j + S_{i+1} \times m_j),$$

где P — привлекательность цены; n — вес параметра цены; S — привлекательность скорости; m — вес параметра скорости; k — коэффициент консерватизма; i — текущий тариф; $i + 1$ — предлагаемый новый тариф; j — социальная группа пользователей.

При этом суть ее довольно проста: агент совершает переход только в том случае, если «полезность» предложенного ему тарифа на интернет-услуги будет выше полезности его текущего тарифа, умноженного на коэффициент консервативности (или еще называемом нами «коэффициент лояльности»). Это имеет смысл — чтобы перейти на тариф другого провайдера (в случае если потребитель в целом удовлетворен имеющимся тарифом), необходимо, чтобы новый тариф был лучше текущего на определенную величину. По согласованию с компанией, для которой проводился имитационный эксперимент, мы использовали значение коэффициента консерватизма на уровне 20–25% (т.е. рассчитываемая полезность нового тарифа должна быть на 20–25% лучше, чем полезность текущего).

Агентная модель способствует учету описанных выше особенностей. Данный метод позволяет смоделировать одновременное поведение от нескольких сотен до десятков тысяч абонентов, учесть их особенности поведения (в частности, консерватизм перехода), рекомендации абонентами друг другу услуг того или иного провайдера (так называемый эффект сарафанного радио) и множество других нюансов, влияющих на решение о переходе на новый тариф (например, продолжительность промоакции — количество бесплатных месяцев при переходе).

Метод агентного имитационного моделирования позволяет получить модель поведения потребителей на рынке, демонстрирующую адаптивное поведение, характерное для сложных систем.

Например, в модели выбора потребителем тарифов на услуги подключения к Интернету заложена возможность гибкой адаптации потребителя под изменяющуюся внешнюю среду: внешняя среда меняется вследствие решений, принимаемых операторами рынка (провайдерами услуг) по введению новых тарифов и промоакциям.

На это накладывается ряд поведенческих аспектов, как, например:

- консерватизм перехода (абоненты перейдут к другому оператору, только если новый тариф будет лучше их текущего на определенную величину);
- постоянное переключение некоторых абонентов между акциями, обещающими бесплатные месяцы;
- эффект негативного опыта, когда недовольные пользователи, ушедшие от определенного провайдера, уже не будут реагировать на его акции, какими бы привлекательными в экономическом смысле они ни были.

Все это позволяет «оживить» модель — сделать ее максимально приближенной к жизни и реально наблюдаемому поведению потребителей.

4. Трудные моменты моделирования

Важнейшим аспектом моделирования поведения потребителей является вопрос достоверности результатов, который она прогнозирует. Корректность работы модели легко проверить анализом ретроспективных данных — например на основе накопленных компанией исторических данных по притоку новых абонентов в результате проведенных акций. Наличие в компании качественной CRM-системы может в значительной степени облегчить задачу калибровки модели.

Степень правдивости модели также определяется степенью корректности вводных данных, которые заложены в ее основе. Это как раз тот случай, когда, по известной в IT-сфере поговорке, «мусор на входе дает мусор на выходе»(Garbagein, garbageout). Мы рекомендуем закладывать в модель данные, полученные при использовании стандартных инструментов маркетолога — это результаты фокус-групп и глубинных интервью, маркетинговых опросов и т. п. Фундаментом модели, воспроизводящей механизм потребительского выбора, должны быть, например, алгоритмы принятия решений потребителем, критерии этого решения и их веса, нелинейные кривые ценовых (или иных, если применимо) предпочтений, которыми руководствуется пользователь при выборе моделируемой продукции/услуг, дополненные разнообразными иррациональными поведенческими аспектами, если таковые наблюдаются (рис. 3).

Рис. 3. Контрольная панель установки параметров эксперимента моделирования Позволяет гибко настроить такие ключевые моменты, как количество конкурентов в городе и их текущую тарифную политику, вес критериев «цена-скорость», по которым делают выбор потребители, вводимые новые тарифы своей компании и потенциально возможные ответные тарифы основных конкурентов, а также множество других настроек

Рис. 4. Кривые предпочтений по скорости, заложенные в модель (по вертикали — баллы, по горизонтали — стоимость за тариф в рублях в месяц)

Кривые предпочтений потребителей по скорости: в помощью маркетингового опроса для каждой скорости рассчитана кривая ее привлекательности в зависимости от стоимости тарифа, выраженная в баллах (по вертикальной оси). Например, для тарифа в 30Мб/сек (вторая по счету кривая справа) при стоимости в 400 руб. оценивается в почти 10 баллов: тариф в 30 Мб/сек очень привлекателен для потребителей по такой цене. По мере роста стоимости на данный тариф его привлекательность в глазах пользователя падает с почти 10 до 1 балла (при цене в 850 руб./мес.). Данные были получены для разных социальных категорий населения.

Например в ситуации сравнения и выбора агентами тарифных планов разных интернет-провайдеров мы использовали кривые предпочтения потребителей (1) по цене и (2) скорости, полученные в ходе маркетингового опроса: агент, получив информацию о новом тарифе, сравнивает предложенную скорость и стоимость со своим текущим тарифом, и если новый тариф его заинтересовал, то запускает механизм принятия решения по переходу на новый тариф (рис. 4).

Общее правило в данном случае заключается в том, что чем глубже на этапе подготовки к моделированию проработан механизм принятия подобных решений, тем точнее будет модель. Важны любые нюансы — например, в случае с моделированием рынка услуг доступа в Интернет важным поведенческим нюансом оказался тот факт, что значительная часть абонентов перед принятием решения о переходе на новый тарифный план к конкуренту сначала стремится уточнить, есть ли похожий по потребительской полезности тариф у компании, услугами которой они пользуются сейчас. Таким образом, абонент сначала выясняет это у своего текущего оператора, и если похожий тариф есть, то он совершает внутренний переход. Если же у текущего оператора нет аналогов по цене/скорости, сопоставимых по своей потребительской полезности с предлагаемым конкурентом тарифом, то только в этом случае совершается переход. При добавлении в модель казалось бы этого незначительного нюанса результаты моделирования значительно улучшились, т.е. стали в большей степени соответствовать реальным историческим значениям.

Отдельный аспект, заслуживающий обстоятельного обсуждения, это уровень «математичности» моделей. Существует расхожий стереотип, что чем больше математики используется, тем достовернее модель и ее результаты. Нам согласиться с данным тезисом достаточно сложно. В качестве примера уместно привести замечательные работы американского экономиста Стивена Левитта «Фрикономика» и «Суперфрикономика», где показано, что в экономической науке очень много поведенческих моментов, которые можно изучать без применения многоэтажных математических формул, не упуская при этом сути явления. Для решений прикладных и прагматических задач использования моделирования при выработке маркетинговой стратегии нам не нужна сложная математика — скорее, критически важно точно воспроизвести логику поведения потребителей.

Общей проблемой не-агентных моделей можно считать их статический характер: они фиксируют основные закономерности явления в данный момент времени в данном месте. В то же время в реальности не меньшее, а зачастую гораздо большее значение имеет корректное понимание закономерностей динамики тех или иных параметров, а не их значений в начальный период времени.

Другим ограничением такого рода модели выступает то, что в них, как правило, фиксируется определенный аспект, характеризующий процесс принятия решений, который и становится объектом моделирования. Попытки же придать моделям более реалистичный характер (например включение в них поведенческих иррациональных моментов), повышающий их познавательную ценность, приводят к существенному усложнению как математического аппарата, так и его восприятия. А это ставит под вопрос обоснованность результатов моделирования.

Не следует забывать, что, по сути, выводы, получаемые в результате построения модели социального явления и проведения экспериментов с ней, представляют собой форму экспертного знания, которое «зашито» на более глубоком уровне в виде допущений и гипотез, причинно-следственных связей, лежащих в основе модели. Математический же аппарат зачастую призван создать иллюзию объективности и реалистичности получаемых результатов. Кроме того, чрезмерная «математизация» моделирования как исследовательского инструмента неизбежно ограничивает сферу его применения, поскольку требует привлечения специалистов соответствующего профиля, вдобавок к специалистам, разбирающимся в сути моделируемого явления.

Вместе с тем в сам инструментарий имитационного моделирования уже «вшит» серьезный математический аппарат, который оказывает неоценимую помощь исследователю при моделировании. С точки зрения моделирования поведения потребителей как новой прикладной научной дисциплины, важно прежде всего точно описать логику поведения потребителя и его особенности механиз-

Рис. 5. Динамика конкуренции на рынке доступа услуг в интернет (горизонтальная шкала — время (в неделях), вертикальная — количество пользователей)

ма принятия решения при выборе определенного вида товара или услуги. Например, для изучения динамики распространения социальных сетей или программных продуктов, для которых характерны сетевые эффекты, замыкающие потребителя на использование определенной технологии или сервиса (Skype, Facebook, vKontakte, «Одноклассники»), существует вполне устоявшийся математический аппарат и даже обобщенные модели (как, например, адаптированная модель Фрэнка Басса). Однако для того чтобы оценить потенциал развития социальной сети или продукта типа Skype или Facebook, можно создать изящную агентную модель, в которую будут заложены данные по начальному количеству пользователей, частоте рекомендаций от пользователя непользователям, а также степень восприимчивости непользователем рекомендациями. Это позволит смоделировать эффект «сарафанного радио» и наглядно оценить скорость распространения технологии среди пользователей. Здесь же можно легко учесть и более сложные механизмы, когда, например, непользователь технологии становится пользователем при определенных условиях — если, предположим, более 50% его друзей становятся пользователями этого продукта или сервиса. Иными словами, важна не столько математика, сколько понимание

Рис. 6. Динамика изменения доли рынка основных игроков (согласно эксперименту на рис. 4)

сути этого механизма и драйверов, лежащих в его основе. Например, потенциал подобной модели на ранних стадиях перспективного интернет-стартапа, где уже накоплены первичные данные, на основе которых можно спрогнозировать динамику дальнейшего роста, трудно переоценить: при презентации инвесткомитету венчурного фонда это может позволить максимизировать стоимость компании.

Наконец, необходимо помнить, что в основе любой модели лежит попытка упростить реальность — дать менее детальное, менее сложное, менее подробное воспроизведение реально существующего объекта или системы. При этом, когда мы говорим о моделировании в управлении, по сути, речь идет об отображении реальности через призму определенного теоретического подхода или мнения эксперта. В этом смысле моделирование в управлении можно рассматривать как более точное и формализованное (по сравнению с традиционной текстуальной формой) описание теоретической концепции, выводов экспертного анализа, результатов первичного (например социологического) исследования. Важно подчеркнуть субъективность любой модели, которая происходит из субъективных моментов, заложенных в теоретической конструкции или экспертном анализе.

Из этого следует важный вывод о необходимости выработать критерии приемлемости результатов модели — иными словами, какой точности результат, выдаваемый моделью, следует считать удовлетворительным. Ответ на этот вопрос при его кажущейся тривиальности далеко не прост. Например, предположим, что мы моделируем население города в 50–60 тыс. человек, где 25–30 тыс. домохозяйств, подключенных к интернету, поделены между четырьмя конкурентами. Предположим, что на акцию по введению нового тарифа, предложенную полгода назад, в реальности откликнулось 850 человек (столько заявок было зарегистрировано операторами компании), тогда как модель выдает результат 600 человек? 1200 человек? Как отнестись к данному результату — признать модель действующей или нет? Это очень хороший результат, учитывая масштабы моделирования. Ведь модель, даже очень сложная, должна давать не результат, точь-в-точь совпадающий с реальными историческими данными, но приемлемый диапазон/коридор значений. С точки зрения управления важно не угадывать точное число новых абонентов, а понять и осмыслить потенциальный переток абонентов, чтобы уловить поведение системы в целом. Казалось бы — а в чем же тогда смысл моделирования поведения потребителей?

Наличие модели позволяет менеджменту заглянуть гораздо дальше: туда, где когнитивные способности пусть даже талантливого маркетолога бесполезны, как в случае если понадобится про-

тестировать сложный сценарий конкурентной борьбы. Например, среди возможных сценариев можно предусмотреть следующий: мы вводим новый тариф, ответ конкурента (одного или нескольких), наш ответный ход. Уже на этапе ответных действий конкурентов достаточно сложно экспертно оценить поведение абонентов и его влияние на нашу абонентскую базу. Модель же справится с этим за несколько минут.

А если наложить на данную модель еще и структуру себестоимости, то возникает возможность протестировать потенциальных конкурентов на пределы конкурентоспособности и даже их потенциальную «выживаемость». Наличие подобных моделей позволяет менеджменту компании подобрать оптимальную стратегию конкуренции и, внимательно отслеживая действия других игроков рынка, корректировать свою стратегию соответствующим образом.

Моделирование поведения потребителей хотя и является мощным инструментом для аналитика, но все же не «панацея», оно не может заменить квалифицированного маркетолога и тем более хорошего управленца. Напротив, оно позволяет многократно усилить его прогностические возможности.

Список литературы

1. *Kahneman D.* Maps of Bounded Rationality: a Perspective on Intuitive Judgement and Choice // Nobel Prize lecture. 2002. December 8.
2. *Kahneman D., Tversky A.* Prospect theory: An analysis of decisions under risk // Econometrica. 1979. 47. P. 313–327.
3. *Kahneman D.* Maps of Bounded Rationality: Psychology of Behavioral Economics // The American Economic Review. 2003. 93(5). P. 1469.
4. *Thaler R. H.* Mental accounting matters // Journal of Behavioral Decision Making 12 (3). 1999. P. 183–206.
5. *Rubinstein A.* Modelling Bounded Rationality. Cambridge: MA, MIT Press. 1998.
6. *Camerer C. F.* Behavioral game theory: Experiements on strategic interaction. Princeton, Princeton University Press. 2003.
7. *Loewenstein G., O'Donoghue T.* Animal Spirits: Affective and Deliberative Influences on Economic Behavior, Carnegie Mellon University. 2004.
8. *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.
9. *Garifullin M., Borshchev A., Popkov T.* Using Anylogic and Agen-Based Approach to Model Consumer Market // www.xjtek.com

Кейс № 9

Санкции: системный анализ последствий (Д. Каталевский, Я. Богуславский)[1]

Работа по анализу последствий санкций была выполнена автором совместно с Я. Богуславским в октябре 2014 г. При подготовке работы мы опирались на собственный анализ, а также материалы в широком доступе (аналитические статьи из профильных СМИ). Как оказалось, прогноз, подготовленный нами при помощи системно-динамического инструментария, к сожалению, в высокой степени сбылся, что показали события последующих нескольких месяцев.

Следует отметить, что интересной особенностью работы стала попытка системно взглянуть на взаимосвязанность различных секторов экономики — это и было ее главной целью. С одной стороны, нам хотелось путем логического анализа «перекинуть мостики» как можно на большее количество различных секторов экономики, затронутых санкциями прямо или косвенно, а с другой — продемонстрировать сложность и взаимосвязанность экономической системы, где определяющее влияние имеют обратные связи и нелинейные эффекты. Данная работа приведена в качестве примера аналитических и прогностических возможностей системно-динамического инструментария. Безусловно, нельзя сказать, что в работе отражена вся полнота последствий санкций — это лишь одна из первых попыток системно взглянуть на экономические события второй половины 2014 г.

Авторы выражают надежду, что подобных системно-прогностических исследований со временем будет все больше.

---

[1] По всем вопросам можно обращаться к Дмитрию Каталевскому: dkatalevsky@yahoo.com

Рис. 1. Влияние санкций на секторы российской экономики

Об инструментарии анализа — причинно-следственных диаграммах обратной связи

1. *Инструментарий причинно-следственных диаграмм* является одним из направлений системно-динамического анализа, разработанного в Массачусетском технологическом институте (MIT) в 1970–1980-х гг.

2. *Причинно-следственные диаграммы* — простой и наглядный инструмент определения взаимосвязей между элементами системы. Основное назначение — качественная характеристика структуры сложных систем.

Диаграммы из двух элементов — переменных и связей между ними.

3. *Переменная* — любой интересующий исследователя элемент системы, подлежащий исследованию. Может обозначать количественное или качественное явление. На причинно-следственных диаграммах изображается текстовым блоком, содержащим краткое словесное описание переменной (например, «санкции», «платежеспособный спрос», «уровень безработицы» и т.д.).

4. *Связи между переменными* — зависимости между переменными системы, позволяющие определять динамику функционирования всей системы исходя из зависимостей между ее отдельными элементами. На причинно-следственных диаграммах изображаются стрелками, исходящими от одной переменной и входящими в другую.

5. Связи между отдельными переменными могут образовывать *петли обратной связи* — замкнутые циклы, определяющие динамику изменения значений включенных в них переменных. Петли также могут быть положительными («самоусиливающимися») или отрицательными («балансирующими»).

6. Важная роль причинно-следственных диаграмм заключается в их способности наглядно представить механизм появления и развития проблемы в сложных системах. Инструментарий причинно-следственных диаграмм позволяет провести глубокий анализ исследуемой проблематики и определить наиболее эффективные точки воздействия на систему.

7. В настоящее время инструментарий причинно-следственных диаграмм активно используется в методологии стратегического управления (сценарное планирование, стратегическое планирование, бизнес-прогнозирование), при анализе сложных и сверхсложных систем, в области принятия решений как в сфере корпоративного, так и государственного управления.

Рис. 2. Механизм последствий санкций для финансово-кредитного сектора экономики

Запрет на доступ к европейским и американским финансовым рынкам для крупных российских банков с государственным участием (Газпромбанк, Россельхозбанк, ВТБ, ВЭБ, Сбербанк) вызывает кризис ликвидности банковского сектора. Кризис ликвидности удорожает кредиты для коммерческих банков, что в итоге выливается в увеличение усилий банков по привлечению средств от физических и юридических лиц. Рост ставок по депозитам, обеспечивающий привлечение средств, снова удорожает кредиты для банков. Удорожание кредитов для банков означает их удорожание и для заемщиков. Удорожание кредитов сопровождается двумя процессами — уменьшением объемов и сроков кредитования. Для бизнеса ужесточение условий получения кредита выливается в трудности с финансированием оборотных средств и инвестиционных программ, для населения — в рост ставок по потребительским и ипотечным кредитам.

По оценкам экспертов, только попавший под санкции Сбербанк финансирует строительство порядка 18 млн кв. м на сумму более 190 млрд руб. Для сравнения — за первые восемь месяцев 2014 г. в России построено около 40,8 млн кв. м.

Источник: http://www.irn.ru

Каждая четвертая сделка на рынке жилья реализуется с использованием ипотечного кредита. За первое полугодие 2014 г. заметен быстрый рост просроченной задолженности по ипотечным кредитам — на 15% до 62 млрд руб.

Источник: Данные АИЖК.

Эксперт: «В России при кредитных ставках (на потребительские кредиты) до 25% годовых только порядка 15% экономически активного населения готово брать кредиты. Но они уже закредитованы сверх меры, а остальное население предпочитает ограничивать потребление, в первую очередь непродовольственных товаров, что ведет к снижению общих объемов розничной торговли».

Источник: Новые Известия. 2014. 23 июня.

Рис. 3. Механизм последствий санкций для рынка недвижимости

Рост ставок по ипотечным кредитам уменьшает платежеспособный спрос на рынке жилой недвижимости. Это приводит к стагнации на рынке недвижимости, что в итоге выливается в финансовые трудности у девелоперов и застройщиков. Финансовые трудности усложняют выплату кредитов банкам, что приводит к банкротству предприятий. В свою очередь, невозврат / просрочка платежей по кредитам усиливает кризис ликвидности банковской сферы.

Экономические санкции, которые Европа и США вводят против России, вряд ли смогут напрямую повредить сфере недвижимости и строительства, так как недвижимость по сути своей локальна. Но ограничение доступа крупнейших российских банков к дешевому долгосрочному западному финансированию может спровоцировать в России кризис ликвидности, отчего пострадает и отечественный рынок недвижимости, очень чувствительный к изменению условий кредитования как со стороны спроса, так и предложения. Девелоперы, напомним, обычно строят не на свои деньги, а на заемные, а среди покупателей жилья велика доля тех, кто приобретает недвижимость в ипотеку.

Источник: http://www.irn.ru/articles/37903.html.

Рост зарплат в коммерческом секторе фактически прекратился уже несколько лет назад, падает и доступность ипотеки (согласно подсчетам рейтингового агентства Moody's, удорожание кредитов из-за повышения Центробанком ключевой ставки с 5,5 до 7,5% практически лишит граждан со среднестатистической зарплатой возможности брать ипотеку).

Источник: http://www.irn.ru/articles/37593.html

Рис. 4. Механизм последствий санкций для рынка ритейла — электроники, автомобильного ритейла и др.

Рост ставок по потребительским кредитам снижает потребительскую активность, что влечет падение продаж ритейлеров и повышает риск банкротства. Санкции финансово-кредитной сферы повышают страновые риски для российских заемщиков, что приводит к понижению позиции России и российских заемщиков в рейтингах мировых инвестиционных агентств и, следовательно, удорожает кредиты для них на международном рынке ссудного капитала.

Санкции не только влекут кризис ликвидности, но и повышают страновые риски системообразующих российских банков. Снижение рейтинга усугубляет трудности с ликвидностью банков.

Рис. 5. Механизм последствий санкций для рынка страхования

Стагнация на рынке недвижимости приводит к уменьшению строительства социальной инфраструктуры при объектах жилой недвижимости (детские сады, школы, больницы) и уменьшает спрос на услуги страхования недвижимости. Вместе с тем падение потребительской активности уменьшает спрос на автомобили, в результате также уменьшается спрос на автострахование (КАСКО) и вызывает финансовые трудности как у автодилеров, так и страховых компаний. Все это значительно повышает риск банкротства как страховых компаний, так и автодилеров.

Стагнация на рынках недвижимости и автомобильного ритейла скажется также на рынке страхования, для которого страхование недвижимости и автомобилей (КАСКО) является главным источником дохода.

Иностранные компании с высокими зарплатами, видя происходящее, начинают сворачивать деятельность в России и сокращать сотрудников. То же самое давно происходит в финансовой сфере. Структура рынка труда будет меняться. Будет снижаться доля высокопроизводительных рабочих мест.

Источник: http://pro.rabota.ru/pro/document/view/12155

Иностранные страховщики покидают российский рынок. Причины экономические: замедление экономики и роста доходов населения усложняет розничный бизнес в условиях высокой конкуренции на рынке.

Источник: http://expert.ru/2014/09/11/strahovschiki-uhodyat-iz-rossii/

Рис. 6. Механизм последствий санкций для социальной сферы

Снижение позиции России в мировых рейтингах инвестиционной привлекательности приводит к замораживанию текущих / отказу от перспективных совместных проектов с международными инвесторами, в результате в долгосрочной перспективе сокращается конкурентоспособность российских компаний. Бизнес, вынужденный принимать антикризисные меры под угрозой банкротства, увольняет персонал, что выливается в рост безработицы и падение реальных располагаемых доходов населения, что, в свою очередь, приводит к уменьшению спроса на недвижимость и потребительское кредитование.

В ответ на негативные последствия санкций бизнес начинает проводить антикризисные меры, которые, однако, еще больше усиливают кризисные явления, так как население начинает ограничивать себя в тратах, откладывая средние и крупные покупки, включая автомобили и недвижимость.

28 июля международное рейтинговое агентство Moody's подтвердило суверенный кредитный рейтинг России на уровне Baa1, понизив при этом прогноз по нему со «стабильного» до «негативного». Решение об ухудшении оценки по рейтингу эксперты Moody's связывают, в частности, с «ростом уязвимости России для геополитических рисков», а также с «ухудшением прогнозов в среднесрочной перспективе по экономическому росту».

В апреле международное рейтинговое агентство S&P снизило суверенный кредитный рейтинг России с BBB до BBB–. В агентстве это объяснили оттоком капитала из страны в первом квартале 2014 г. и сокращением возможностей по привлечению финансирования на внешних финансовых рынках.

Источник: http://itar-tass.com/ekonomika/1342690

Рис. 7. Косвенные последствия санкций

Санкции в финансово-кредитной сфере приводят к сокращению присутствия крупных российских банков на международной арене, что в итоге приводит к сокращению поддержки российского экспорта, поддержки российских компаний за рубежом и свертыванию крупных инфраструктурных зарубежных проектов. В совокупности эти обстоятельства приводят к потере конкурентоспособности российскими предприятиями и выливаются в массовые увольнения персонала.

Косвенные последствия санкций — потеря ведущими российскими компаниями зарубежного экспорта, вытеснение российских нефтегазовых компаний с глобальных рынков. В долгосрочном плане в совокупности санкции в банковском секторе приводят к снижению конкурентоспособности, росту безработицы и социальной напряженности.

Крупнейшие компании — «Газпром», «Роснефть», Новатэк, Транснефть и «Газпром нефть» теряют доступ к американскому рынку капитала. Коснутся санкции и самих американцев — таким гигантам, как Exxon Mobil, возможно, придется свернуть свои совместные проекты с Роснефтью.

Источник: http://top.rbc.ru/economics/12/09/2014/948761.shtml

Рис. 8. Механизм последствий санкций для нефтегазового сектора

Санкции в нефтегазовой отрасли касаются запрета на использование российскими компаниями западных технологий и оборудования. В результате технически и экономически становится невозможно осваивать новые месторождения и объемы добываемых ресурсов (а следовательно, и экспортируемых) сокращаются. Это приводит к сокращению нефтегазовых доходов бюджета Российской Федерации. Возникает необходимость секвестирования социально значимых статей расходов бюджета (образование, культура, наука, спорт, здравоохранение), что увеличивает социальную напряженность.

В нефтегазовом секторе откладывается ввод новых месторождений из-за технических ограничений, в результате уменьшается экспорт ресурсов, что приводит к падению нефтегазовых доходов консолидированного бюджета Российской Федерации.

Из-за санкций нефтяная отрасль России может недополучить около $1 трлн инвестиций в следующие 30 лет, прогнозирует Bank of America Merrill Lynch (BofA). Это приведет к пикированию добычи и потерям для бюджета — упущенные доходы могут составить $27–65 млрд до 2020 г.

Источник: http://xn--o1aabe.xn--p1ai/news/view/5171

Евросоюз ввел процедуру лицензирования экспорта технологий для разработки нефтяных месторождений на шельфе, а также для добычи сланцевой нефти. Варианты добычи трудноизвлекаемой нефти и «черного золота» в Арктике, как минимум, задержатся по указанным выше политическим мотивам. Остаются традиционные месторождения на суше, где российские компании могут вести работы самостоятельно.

Источник: http://ogjrussia.com/opinions/view/yushkov

Рис. 9. Механизм последствий санкций для продовольственного сектора

Ответные санкции Российской Федерации на импорт продовольствия из США и ЕС, с одной стороны, снижают объемы официального экспорта, а с другой — приводят к росту контрабандных схем поставок через страны Таможенного союза. В результате возрастает потребность в выработке импортозамещающей политики, что предполагает значительные финансово-технические затраты на помощь отечественным производителям (в том числе и с использованием их собственных ресурсов). Высокие издержки на модернизацию и масштабирование бизнеса покрываются за счет увеличения цены на конечную продукцию — в результате увеличивается число голодающих/недоедающих семей, что приводит к росту социальной напряженности.

Запрет на импорт зарубежных продуктов питания и продовольственного сырья повышает необходимость разработки ресурсозатратной импортозамещающей политики в АПК и пищевом секторе, эффект от которой будет получен только через несколько лет. В краткосрочном плане всплеск продовольственной инфляции приводит к росту социальной напряженности.

Рис. 10. Проблемные области, которым необходимо уделить первостепенное внимание

Рекомендации

1. В первую очередь необходимо уделить внимание так называемым «узловым точкам» от последствий наложенных санкций, которые в значительной степени мультиплицируют негативный эффект — это кризис ликвидности в банковском секторе и резкое сжатие платежеспособного спроса, усугубляющееся психологическими факторами (население резко сокращает/откладывает траты в преддверии «трудных времен»).

2. Необходимо стабилизировать кризис ликвидности в банковском секторе, обеспечив системообразующим банкам доступ к дешевому долгосрочному финансированию. Не следует, однако, фокусироваться на адресной помощи крупным предприятиям, как это происходило в 2008 г. Необходимо обеспечивать функционирование банковской системы таким образом, чтобы банки, получившие доступ к долгосрочному финансированию от государства (например, посредством механизма беззалогового кредитования через ВЭБ либо ЦБ), направляли полученные средства на рефинансирование ранее выданных кредитов / выдачу новых. Соответственно, необходимо оперативно разработать систему мониторинга перераспределения помощи, полученной от государства, в реальный сектор, нуждающийся в оперативном пополнении оборотных средств и финансировании инвестиционных проектов. Это поможет минимизировать «антикризисные меры», предпринимаемые бизнесом, и снизить рост безработицы и, следовательно, в перспективе — социальную напряженность.

3. Необходимы мониторинг и адресная помощь отраслям, пострадавшим от сжатия платежеспособного спроса. В качестве удачного примера можно привести поддержку автомобильной отрасли программой утилизационного сбора.

4. Как показывает проведенный анализ, основная нагрузка от негативных последствий санкций ляжет на население, реальные доходы которого сократятся вследствие всплеска продовольственной инфляции, обесценения национальной валюты, роста кредитных ставок, сокращения занятости. В связи с этим рекомендуется отложить введение любых мер, способствующих увеличению налоговой нагрузки на население (например отложить введение налога на недвижимость для физических лиц до 2016 г.), и заморозить рост тарифов естественных монополий

в 2015 г. Особое внимание необходимо уделить проблеме моногородов, обострения которой можно ожидать в следующем году. Потребуется адресная помощь как городам, так и определенным социальным группам населения — необходимо выработать меры не только краткосрочного характера (финансовой поддержки), но и долгосрочного — программы переобучения, так как безработица будет носить структурный характер.

5. Разработать и начать реализацию краткосрочного (1–2 года) и долгосрочного (3–5 лет) комплекса мер по поддержке и импортозамещению:

1) в сельском хозяйстве и пищевой промышленности;
2) в отечественном машиностроении (для компенсации эффекта ограничения доступа к зарубежным технологиям);
3) в нефтесервисном секторе (уже происходит — инициатива по созданию единого геологоразведочного оператора).

6. В целом — ослабить налоговое, регуляторное и «силовое» давление на бизнес (в особенности — на мелкий и средний).

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Приложение 1

Курс

ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРИНЯТИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

1. Цель курса

Целью освоения дисциплины является изучение основ системного мышления и понимание места современных методов имитационного моделирования в принятии управленческих решений. В результате освоения дисциплины слушатели получают навыки системного анализа и принятия решений при управлении сложными системами в условиях неопределенности, а также изучают основы моделирования различных управленческих ситуаций с использованием аппарата имитационного моделирования (системной динамики, агентного моделирования).

Данный курс представляет собой введение в изучение мира сложных социальных систем на основе различных инструментов анализ, включающих имитационное моделирование. В стремительно усложняющемся мире современным менеджерам необходимо обладать новейшим инструментарием для анализа и прогноза поведения сложных социально-экономических систем для принятия корректных управленческих решений. Управленцам всех уровней необходимо понимать и принимать во внимание негативные последствия принятых решений, включая побочные эффекты и аспекты контринтуитивного поведения систем. Особое внимание в рамках курса уделяется практике постановки управленческих задач.

В ходе изучения курса основной упор делается на различные подходы к принятию решений, а не на развитие навыка имитационного моделирования как такового. Курс базируется на междисциплинарном подходе и включает в себя такие области: наука управления, стратегический менеджмент, теория сложных систем, поведенческая экономика, системная динамика, агентное моделирование и др.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) «Имитационное моделирование и принятие решений»

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- знать (1) основные подходы к моделированию и его использованию в социально-экономических науках; (2) принципы, этапы и требования к разработке имитационной модели; (3) методологию построения причинно-следственных диаграмм обратной связи; (4) основы управления организацией на основе акселераторов роста; (5) принципы разработки и экспериментирования с моделями в многоагентной среде;
- понимать (1) специфику применения методов имитационного моделирования в процессе анализа и принятия управленческих решений; (2) специфику сложных систем как объекта управления и необходимость принятия взвешенных комплексных решений с учетом косвенных последствий и возможного контринтуитивного поведения системы; (3) закономерности управления сложными социальными системами;
- уметь (1) разрабатывать причинно-следственные диаграммы обратной связи, используя методологию системной динамики; (2) описывать существующие модели социальных явлений в многоагентной среде и проводить с ними эксперименты; (3) оценивать эффективность и ограничения применения инструментария имитационного моделирования при принятии решений;
- владеть (1) современным программным обеспечением для имитационного моделирования, в том числе программными пакетами VenSim, AnyLogic; (2) навыком разработки несложных имитационных моделей социально-экономических феноменов и использованием разрабатываемых и существующих моделей в процессе принятия решений.

3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Имитационное моделирование в принятии решений на региональном уровне»

Общая трудоемкость дисциплины составляет три зачетные единицы, 108 часов.

Результаты освоения дисциплины достигаются путем чтения студентам лекций и проведения семинарских занятий. В ходе учебного процесса используются такие интерактивные формы проведения занятий, как разбор кейсов, дискуссии, мозговой штурм, представление результатов проектной работы в виде публич-

ной презентации, подготовка аналитической записки, разработка причинно-следственных диаграмм, деловая игра, компьютерное моделирование. Самостоятельная внеаудиторная работа студентов включает в себя подготовку ими рефератов, подготовку групповых проектов, написание аналитической записки.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Ауд.	Лк.	Сем.	Сам.	
1	Управление сложными системами. Особенности управления сложными системами. Принятие решений в динамически сложной среде.		1–2	12	4	8	12	Имитационная игра «Рыболовство»
2	Основы системного мышления. Контринтуитивное поведение сложных систем. Системная динамика.		3–5	12	6	6	12	Кейс «Плато Кейбаб» Упражнение «Рыночные гонки» Задание по разработке причинно-следственных диаграмм в мини-группах
3	Основы системно-динамического моделирования: концепция «потоков и накопителей», стратегическая архитектура организации (К. Уоррен)		6–7	12	4	8	14	Индивидуальное задание
4	Имитационные модели в многоагентной среде		8–9	8	4	4	10	Индивидуальное задание
5	Применение моделирования к проблемам управления и экономического анализа		10–11	8	4	4	6	Презентация итоговых групповых проектов по выбранной тематике
	Итого			*54*	*18*	*36*	*54*	

Изучение разделов дисциплины построено по следующим принципам:

- каждый раздел предваряет лекция, в которой раскрываются базовые теоретико-методологические концепции. Лекции сопряжены с практическими занятиями и предполагают активное участие слушателей в освоении предлагаемого материала;
- практические занятия (семинары) и самостоятельная работа слушателей предполагают выполнение ряда индивидуальных и групповых заданий по решению управленческих задач различной меры сложности. Участие в имитационных играх, их обсуждение и обсуждение полученного в них опыта формируют схемы принятия решений в различных практических ситуациях. Имитационные игры предлагаются слушателям на выбор.

4. Формы контроля

В качестве форм контроля предусматривается выполнение слушателями индивидуальной и групповой работы.

Индивидуальная работа выполняется слушателями самостоятельно и должна быть передана преподавателю перед началом учебного занятия, к сроку которого она предназначалась. Работа должна быть передана как в электронной форме, так и в печатном виде. В течение курса предусматривается выполнение нескольких самостоятельных работ. В основном самостоятельные работы будут в виде небольшого (2–5 страниц) эссе (шрифт Times New Roman/Arial, 12 кегль) или же подготовки несложной системно-динамической/агентной модели.

Групповое задание должно быть выполнено в группе размером от двух до четырех человек. Групповое задание выполняется в виде реферата общим объемом 15–30 страниц. Обучающийся после консультации с преподавателем в качестве темы реферата может избрать и любую иную интересующую его проблему. При выборе темы реферата обучающийся должен руководствоваться актуальностью и научной разработанностью вопроса, доступностью источников для изучения, имеющимися знаниями и личным интересом к проблеме. Реферат должен носить творческий поисковый характер, содержать элементы научного исследования. Обязательное условие для реферата — использование в работе причинно-следственных диаграмм или же системно-динамической/агентной модели. Групповая работа представляется в форме доклада на 15–20 минут,

сопровождаемого презентацией в формате PowerPoint (12–20 слайдов) на последнем занятии курса (зачет).

5. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) «Имитационное моделирование и принятие решений»

Лекционная аудитория, аудитория для проведения семинарских занятий с доступом в Интернет и с видеопроекционным оборудованием, включая средства звуковоспроизведения и экран для демонстрации.

Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением (Vensim, Anylogic) для проведения имитационных экспериментов и самостоятельной работы слушателей в рамках выполнения индивидуальных и групповых работ.

6. Структура курса

Ниже приведена типовая структура данного курса, которая при необходимости может быть гибко адаптирована. Рекомендованная продолжительность каждого занятия — 180 минут/4 академических часа.

Занятие 1. Введение в методологию управления сложными системами

Краткое содержание

Мир как совокупность сложных систем. Экономика сложности. Сложные адаптивные системы в управлении: понятие, примеры. Восприимчивость сложных систем к случайным событиям (Нассим Талеб и концепция «черных лебедей»). Пределы управленческого вмешательства: когда вмешательство нерационально (кейс «Пожары в Калифорнии»). Что есть управление? Функции руководителя (Г. Минцберг). Принятие решений как ключевая функция управленца. Критерии успешного принятия решения.

Искусство управленческого мышления: правильная постановка задачи как критерий успешности управленческого вмешательства. Кейсы по постановке задачи (работа в группах). Генрих Альтшуллер и ТРИЗ: применение теории решения изобретательских задач в управлении.

Разница между «знанием» о сложных системах и «пониманием» сложных систем.

Кейсы/модели/групповая работа: работа в малых группах по постановке управленческих задач.

📖 **Обязательная литература**

- *Каталевский Д. Ю.* Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: уч. пособие. М.: Изд-во МГУ, 2011 (304 с.). Гл. 1.

📖 **Дополнительная литература**

Книги

- *Perrow Ch.* Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies. Princeton University Press, 1999.
- *Альтшуллер Г. С.* Найти идею: введение в ТРИЗ. 3-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2010.

Статьи

- *Lee B., Preston F., Green G.* Preparing for high impact low probability events. Lessons from Eyjafjallajkull. Chatam House report. January 2012.

Домашнее задание: индивидуальное эссе № 1 — коллапс сложной системы и его последствия (привести пример, проанализировать неочевидные последствия системного сбоя, сделать выводы).

Занятие 2. Имитационная игра «Рыболовство» (Fish Banks)

Краткое содержание

Принятие решений в среде с высокой неопределенностью. Имитационная игра Дэнниса Медоуза «Рыболовство». Дебрифинг и обратная связь от участников. Анализ последствий управленческого вмешательства.

Анализ логики управлеческих ошибок.

Кейсы/модели/групповая работа: имитационная игра «Рыболовство».

📖 **Дополнительная литература**

Статьи

- *Forrester J. W.* Counterintuitive behavior of social systems // Technology Review. Vol. 73. 1971. 3. P. 52–62.
- *Sterman, J.(a)*. Misperceptions of Feedback in Dynamic Decision Making // Organizational Behavior and Human Decision Processes. Vol. 43. 1989. 3. P. 301–335.

Домашнее задание: нет.

Занятие 3. Введение в системное мышление (часть 1)

Краткое содержание

Принятие решений в динамически сложной среде. Основные причины недооценки сложности управленцами и принятия неэффективных решений. Контринтуитивное поведение систем. Концепция обратной связи в управлении.

Г. Саймон: ограниченная рациональность в принятии управленческих решений. Поведенческая экономика (behavioral economics) и ее выводы: исследования Дэниэла Канемана и Амоса Тверски (prospect theory); Ричарда Талера (mental accounting); Кристофера Шабри и Даниэла Саймонса (когнитивные иллюзии); Дэвида Лэйбсона (нейропсихология и эффекты экспоненциального дисконтирования). Проведение некоторых поведенческих экспериментов в аудитории и анализ полученных результатов. Поведенческая экономика в реалиях жизни (примеры приложений).

Кейсы/модели/групповая работа: воспроизведение в группах некоторых экспериментов из сферы поведенческой экономики.

🕮 **Обязательная литература**

- *Каталевский Д. Ю.*, 2011. Гл. 2.

🕮 **Дополнительная литература**

Статьи

- *Kahneman D., Slovic P., Tversky A.* Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. New York: Cambridge University Press, 1982.
- *Brehmer B.* Dynamic decision making: Human control of complex systems // Acta Psychologica. Vol. 81. 1992. 3. P. 211–241.

+ опционально:

- *Thaler R.* Mental accounting matters. Journal of Behavioral Decision Making. 1999. 12.
- *Laibson D.* Presentations by David Laibson / Harvard University.
- *Roxburgh Ch.* Hidden Flaws in Strategy: Can insights from behavioral economics explain why good executives make bad strategies? The McKinsey Quarterly 2003. 2.

Домашнее задание: индивидуальное эссе № 2 по примерам когнитивных ловушек из практики управления (краткое описание когнитивной ловушки применительно к определенной ситуации с анализом последствий).

Занятие 4. Введение в системное мышление (часть 2)

Краткое содержание

Системная динамика и причинно-следственные диаграммы как механизм концептуализации сложных систем. Архетипы систем (Питер Сенге). Причинно-следственные диаграммы в управлении: разбор кейсов «Безопасность на дорогах» (кейс №1 данного учебного пособия) и «Семена» (кейс №6 пособия).

Кейсы/модели/групповая работа: моделирование проблематики безопасности на дорогах (включая анализ последствий от внедрения различных государственных мер по повышению безопасности на дорогах).

🕮 **Обязательная литература**

- *Sterman J. D.* All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. Forrester J.W. Prize Lecture. System Dynamics Review, Vol.18. 2002. 4. P. 501–531.

🕮 **Дополнительная литература**

Книги

- *Senge P.* The Fifth Discipline: The art and practice of the learning organization, Doubleday, New York, 1990.

Статьи

- *Richardson G.* Tools for System Thinking and Modeling. Presentation, Rockefeller College of Public Affairs and Policy, University at Albany.

Домашнее задание: нет.

Занятие 5. Занятие-практикум по построению причинно-следственных диаграмм: кейс «Плато Кейбаб»

Краткое содержание

Практика применения инструментария причинно-следственных диаграмм к решению управленческих задач. Кейс «Плато Кейбаб» (работа в группах по созданию причинно-следственной диаграммы). Анализ диаграмм и разбор типичных ошибок при разработке причинно-следственных диаграмм.

Анализ проблематики поведения системы «Превышение и коллапс» на различных примерах. Демонстрация и обсуждение системно-динамической модели «Плато Кейбаб» (пределы управленческого вмешательства).

Кейсы/модели/групповая работа: работы в малых группах над кейсом «Плато Кейбаб». Системно-динамическая модель «Плато

Кейбаб»: анализ чувствительности к различным управленческим решениям.

📖 **Обязательная литература**

- *Каталевский Д. Ю.*, 2011. Гл. 2.

📖 **Дополнительная литература**

Книги

- *Даймонд Дж.* Коллпс: почему одни сообщества выживают, а другие умирают. М.: Астрель, 2010.

Статьи

- Commodity System Challenges: Moving Sustainability into the mainstream of Natural Resource Economies. Sustainability Institute, 2003.

Домашнее задание: индивидуальное эссе №3 — подготовка причинно-следственной диаграммы применительно к ситуации, когда было принято управленческое решение, вызвавшее впоследствии значительные побочные эффекты. Возможен анализ управленческих ситуаций широкого спектра — как в сфере бизнеса, так и в области государственного управления. Слушателю необходимо кратко проанализировать причины контринтуитивного поведения системы, выработать рекомендации по оптимизации управленческого решения.

Занятие 6–7. Введение в системную динамику. Концепция потоков и накопителей. Простые СД-модели

Краткое содержание

Часть 1. От причинно-следственных диаграмм к имитационному моделированию: концепция потоков и накопителей. Когнитивные проблемы в восприятии поток и накопителей (исследования Дж. Стермана и Л. Бут Суини). Модель Ф. Басса (демонстрация и анализ).

Часть 2. Возможно ли моделирование стратегии? Ресурсный подход в стратегическом управлении: теория и практика. Подход К. Уоррена: стратегическая архитектура организации. Примеры (Ryanair, цепочка потребительского выбора, моделирование нематериальных ресурсов).

Кейсы/модели/групповая работа:

- модель Ф. Басса;

- модель управления запасами;
- кейс Кима Уоррена Exodus Communication;
- примеры потоковых моделей (адаптированные по К. Уоррену);

📖 **Обязательная литература**

- *Каталевский Д. Ю.*, 2011. Гл. 4.

📖 **Дополнительная литература**

Книги

- *Warren K.* Strategic Management Dynamics. Wiley, 2008.

Статьи

- **Kim Warren** (on stocks-and-flows, professional services or except from the book «Strategy Dynamics»).
- *Booth S., Sterman J.* Bathtub Dynamics: Initial Results of a Systems Thinking Inventory, System Dynamics Review (2001). 16 (4). P. 249–286.

Домашнее задание: индивидуальное задание № 4 — самостоятельное воспроизведение модели Ф. Басса в программах Vensim / Anylogic. Опционально (по желанию слушателей): усовершенствование модели Ф. Басса (повторные покупки, эффекты запаздывания, нехватка товара, проч.).

Занятие 8. Введение в агентное моделирование (часть 1)

Краткое содержание

Введение в агентное моделирование. Экономика сложности, моделирование «возникаемых» (emerging) процессов. Краткий обзор областей применения агентных моделей. История возникновения агентного моделирования. Модель Т. Шеллинга: непреднамеренная сегрегация («Микромотивы и макроповедение»). Модель эвакуации Д. Хелбинга. Модели, демонстрирующие подражательное коллективное поведение. Модели трафика.

Кейсы/модели/групповая работа: (1) Модель сегрегации Т. Шеллинга (работа в классе: анализ чувствительности, пределы толерантности); (2) модель эвакуации Д. Хелбинга: демонстрация в классе.

📖 **Обязательная литература**

- *Каталевский Д. Ю.*, 2011. Гл. 5.

📖 **Дополнительная литература**

Книги

- *Beinhocker E. D.* The Origin of Wealth: Evolution, Complexity, and the Radical Remaking of Economics. Harvard Business School Press, 2006.
- *Болл Ф.* Критическая масса: как одни явления порождают другие. М.: Гелиос, 2008.
- *Batten D.* Discovering artificial economics. How agents learn and economies evolve. Westview Press: 2000 (Chapter 1).

Статьи

- *Helbing D., Farkas I., Vicsek T.* Simulating dynamic features of escape panic. Nature. Vol. 407. September 2000.
- *Helbing D., Molnár P., Farkas I., Bolay K.* Self-organizing pedestrian movement // Environment and Planning B 28, 2001. P. 361–383.

Интернет-ресурсы

- Leigh Tesfatsion home page on agent-based modeling research resources http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/

Домашнее задание: работа в группах над итоговым проектом.

Занятие 9. Введение в агентное моделирование (часть 2)

Краткое содержание

Агентные модели диффузии (идей/инноваций/эпидемий). Агентная модель Ф. Басса. Модель распространения эпидемий (сценарии распространения и чувствительность модели к различным параметрам — контагиозности заболевания, сроке излечения, карантине, вакцинации (предварительной и во время эпидемии) и т. п.). Механизм «социальных эпидемий»: рекомендации сарафанного радио (Word Of Mouth). Сетевые экстерналии, QWERTY-эффекты и пределы «замыкания».

Кейсы/модели/групповая работа:

1) модель Басса (агентная);
2) анализ модели распространения эпидемий;
3) агентная модель конкуренции в высокотехнологическом секторе (модель Д. Каталевского «Скайп»-демонстрация эффекта зависимости от предыдущей траектории развития);
4) агентная модель интернет-оператора по продаже авиабилетов (кейс № 7 данного учебного пособия).

📖 **Дополнительная литература**

Статьи

- *Каталевский Д. Ю., Панов Р. А.* Динамический бизнес-план: новый подход к бизнес-планированию на основе агентного имитационного моделирования// http://www.xjtek.ru/anylogic/articles/115/

Домашнее задание: работа в малых группах над итоговым проектом.

Занятие 10. Приложение имитационного моделирования к вопросам экономического и управленческого анализа

Краткое содержание

Создание высокоэффективной организации: управление на основе акселераторов роста. Эффекты возрастающей отдачи в экономике. Зависимость от предыдущей траектории развития и замыкание системы. История успеха стратегического развития Microsoft и Евросети. Модель урны Полиа в приложении к конкуренции в высокотехнологических отраслях. Типовая стратегия быстрого роста компании (Get Big Fast).

Кейсы/модели/групповая работа:

- игра «Рыночные гонки» (А. Иванова): пример зависимости от предыдущей траектории развития и эффекта замыкания системы;
- агентная модель конкуренции на рынке услуг интернет-провайдеров (кейс № 8 пособия, демонстрация модели).

📖 **Дополнительная литература**

Статьи

- *Arthur W. B.* Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events // Economic Journal. Vol. 99. 1989. P. 116–131.
- *Arthur W. B., Durlauf S. N., Lane D. A.* The Economy as an Evolving Complex System II. Reading, MA: Perseus Books, 1997.
- *Liebowitz S. J., Margolis E. S.* Path Dependence, Lock-In, and History // The Journal of Law, Economics, and Organization. Vol. 11. 1995. 1. P. 205–206.

Домашнее задание: работа в малых группах над итоговым проектом.

Занятие 11. Зачет-презентация групповых отчетов и моделей

Итоговый зачет в форме презентации. Слушатели разбиваются на малые группы по 2–5 человек, каждая группа готовит выступление по тематике своей работы. Подведение итогов и награждение наиболее интересных работ. Вопросы и ответы. Дополнительная литература.

📖 **Список литературы**

а) *Основная литература*

- *Borshchev A.* The Big Book of Simulation Modeling: Multimethod Modeling with Anylogic 6. AnyLogic North America, 2013.
- *Каталевский Д. Ю.* Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учеб. пособие. М.: МГУ, 2011.
- *Медоуз Д. Х.* Азбука системного мышления / пер. с англ.; под ред. Н. П. Тарасовой. М.: БИНОМ. 2010.
- *Сенге П.* Пятая дисциплина. Искусство и практика обучающейся организации /пер. с англ. Б. Пинскера, И. Татариновой. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2009.

б) *Дополнительная литература*

- *Кавтарадзе Д. Н.* Мастерская игр: ремесло и искусство. М.: Акрополь, 2013.
- *Лычкина Н. Н.* Имитационное моделирование экономических процессов. М.: ИНФРА-М, 2012.
- *Sterman J.* Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for Complex World. McGraw Hill, 2000.
- *Warren K.* Strategic Management Dynamics. Wiley, 2008.
- *Болл Ф.* Критическая масса. М.: Гелиос, 2008 (Гл. 17–18).
- *Дернер Д.* Логика неудачи: стратегическое мышление в сложных ситуациях / пер. с нем. И. А. Васильева, А. Н. Корницкого. М.: Смысл, 1997.
- Избранные статьи из Harvard Business Review, McKinsey Quarterly и System Dynamics Conference Proceedings.
- *Медоуз Д. Х., Медоуз Д. Л., Рендерс Й., Беренс В. В.* Пределы роста. М.: МГУ, 1991.
- Сборник игр для развития системного мышления: (пер. с англ.) / Л. Бут Свини, Д. Медоуз; под ред. Г. А. Ягодина, Н. П. Тарасовой. М.: Просвещение, 2007.
- *Сидоренко В. Н.* Системная динамика. М.: ТЕИС, 1998.
- *Форрестер Дж.* Мировая динамика. АСТ; СПб.: Terra Fantastica, 2003.
- *Arthur B.* Positive feedbacks in the economy // Scientific American, 262, 92–99. Feb. 1989.

- *Axelrod R*. Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences. In Rosario Conte, Rainer Hegselmann and Pietro Terna (eds.), Simulating Social Phenomena. Berlin: Springer, 1997.
- *Batten D.* Discovering artificial economics. How agents learn and economies evolve. Westview Press: 2000 (Chapter 1).
- *Cooper K. G.* The $2000 Hour: How Managers Influence Project Performance Through the Rework Cycle // Project Management Journal, March 1994.
- *David P.* Clio and the Economics of QWERTY // American Economic Review. 1985. Vol. 75. 2.
- *Helbing D., Illes Farkas, Tamas Vicsek.* Simulating dynamic features of escape panic. Nature. Vol. 407. Sept. 2000.
- *Meadows D. L.* Tools for Understanding the Limits to Growth: Comparing a Simulation and a Game // Simulation and Gaming. Sage Publications. 2001. Vol. 32; December (4). P. 522–536.
- *Meadows D. L.* Learning to be Simple: My Odyssey with Games. Simulation and Gaming, Sage Publications // Simulation and Gaming. Sage Publications. 1999. Vol. 30. September (3). P. 342–351.
- *Perrow Ch.* (1984). Normal Accidents: Living With High Risk Technologies. (Revised edition, 1999). Princeton, NJ: Princeton University Press.Richardson G. Tools for System Thinking and Modeling.Presentation, Rockefeller College of Public Affairs and Policy, University at Albany.
- *Sterman J. D.* All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. J. W. Forrester Prize Lecture // System Dynamics Review. Vol. 18. 4 (Winter 2002). P. 501–531.

в) *Программное обеспечение и интернет-ресурсы*

Программное обеспечение

Vensim www.vensim.ru

Anylogic www.xjtek.ru

ИМИТАЦИОННАЯ ИГРА «СТАРТАП: ПРЕДЕЛЫ РОСТА V.1.0»[1]

Вызов

Можете ли вы эффективно масштабировать успешный бизнес? Обладаете ли достаточными навыками в области стратегического управления и принятия тактических решений в среде с высокой неопределенностью? Испытайте свои управленческие навыки на имитационном тренажере «Стартап: пределы роста»!

Краткое описание

Вашему вниманию предлагается имитационный управленческий тренажер «Стартап: пределы роста». В основе тренажера лежит имитационная модель быстрорастущего стартапа, занимающегося производством электронных гаджетов. Тренажер моделируют динамику развития стартапа на протяжении 3–5 лет. Задача игроков — как можно быстрее масштабировать бизнес. В рамках имитационного эксперимента игроки тренируют навыки принятия решений в динамически неопределенной среде, развивают навыки стратегического планирования. Игрокам потребуется принимать решения в области управления производством, найма персонала и рекламной политики. Тренажер может быть использован в рамках как индивидуальной, так и групповой игры.

Основные моменты обучения

Игра способствует формированию навыков системного анализа, стратегического планирования и принятия решений в среде высокой неопределенности. В игре присутствуют нелинейные эффекты и контуры обратной связи, игнорирование которых существенно снижает возможность получения успешного результата.

Игра основывается на научно обоснованных выводах исследования причин провала стартапов, проведенного в США в рамках проекта Start-up Genome Project, поддержанного известным предпринимателем Стивом Бланком (Steve Blanc). По результатам исследования было установлено, что более чем 90% стартапов разоряются вследствие неправильного масштабирования бизнеса (premature scaling).

---

[1] Имитационная модель «Стартап: пределы роста v.1.0» доступна для апробации на сайте Interactive Lab www.interactivelab.org

Области применения тренажера

Игра может быть полезна не только предпринимателям, запускающим новый бизнес, но и широкому кругу специалистов, изучающих либо интересующихся вопросами управления, а также профессионалам в области менеджмента и организационного развития (менеджерам среднего и высшего звена). Области применения: программы MBA/Executive MBA, курсы по стратегическому менеджменту, инновационному менеджменту, микроэкономике, организационному проектированию.

Программы-аналоги

Имитационный тренажер «Стартап: пределы роста» продолжает традицию таких обучающих имитационных микромиров, как Fish Banks, People Express, LoFare Simulator и др. «Стартап» спроектирован с учетом анализа имитационных игр Кима Уоррена (Kim Warren, London Business School) и Джона Стермана (John Sterman, Sloan School of Management, MIT), которые в настоящее время эффективно применяются в программах MBA/Executive MBA подготовки управленцев среднего и высшего звена. Однако, в отличие от существующих аналогов, созданных на базе системной динамики, тренажер «Стартап» является первым имитационным тренажером, спроектированным на основе агентного моделирования (agent-based modeling). Широкая гибкость реализации моделей в сочетании с высоким прогностическим потенциалом агентного моделирования, а также с возможностью визуального воплощения, доступного в программе Anylogic, позволяют выйти на качественно новый уровень в области создания интерактивных имитационных тренажеров для бизнес-образования.

Введение

Вы — руководитель новой инновационной компании, которая производит перспективное электронное устройство, принадлежащее к категории носимой электроники.

Начальный капитал вам удалось собрать при помощи краудфандингового ресурса Kickstarter. Также в стартап были вложены все ваши сбережения. На момент начала бизнеса в компании трудитесь вы и еще один нанятый сотрудник.

Разработанный вами браслет для кардиомониторинга

Изображение браслета представляет собой реальный браслет Amiigo Fitness Bracelet, финансирование которого велось на краудфандинговой платформе Indiegogo в октябре 2012 г. (http://el-top-store.blogspot.ru/2012/10/amiigo-fitness-bracelet-review.html)

Согласно маркетинговым исследованиям, в сфере высоких технологий грядет революция. Вы понимаете, что ваше изобретение — браслет, носимый на руке и позволяющий осуществлять мониторинг ритма сердца и анализа крови, — будет пользоваться большой популярностью у потребителей. Однако, судя по слухам, конкуренты тоже не сидят сложа руки — через несколько месяцев на рынок будут выпущены еще несколько перспективных новинок. Кроме того, крупные компании — Apple, Samsung и некоторые другие — также начинают присматриваться к этой рыночной нише.

Ваша задача — постараться как можно быстрее масштабировать бизнес, вырастив свой «гаражный» стартап до уровня крупной компании, которая станет законодателем моды в секторе высокотехнологичных электронных устройств для мониторинга здоровья.

Краткое описание бизнес-модели стартапа

Ваш стартап представляет собой начинающую компанию по сборке и продаже электронного браслета для кардиомониторинга.

1. Компоненты

Ключевые компоненты (электронную начинку, микросхемы) вы закупаете от проверенных поставщиков из стран Юго-Восточной Азии. Для производства одного устройства требуется один компонент. Компоненты необходимо заказывать заранее — срок доставки составляет четыре недели с момента заказа. Для заказа компонентов надо ввести нужное количество компонентов в окошко меню «Купить компоненты».

Купить [5] компонентов

Компоненты поступают на склад. Если на складе нет компонентов, то устройство произвести невозможно. Срок доставки компонентов необходимо учитывать при масштабировании бизнеса.

Изначально на складе доступно 100 компонентов, что позволяет произвести 100 устройств для продажи. Процесс производства занимает одну неделю. Как только продукция готова, она без задержек поставляется покупателю.

Стоимость компонента фиксирована, не изменяется в ходе игры и составляет 50 долл. за единицу.

2. Сотрудники

Изначально в компании всего два сотрудника — вы и нанятый менеджер. Вы можете нанимать и увольнять сотрудников, вводя в соответствующее окошко количество сотрудников.

Нанять [1] сотрудников

Уволить [1] сотрудников

Учитывая, что требуется время для того, чтобы организовать поиск и отбор сотрудника, новый работник будет выходить на работу не сразу, а спустя определенный промежуток времени (6 недель). Эффект запаздывания необходимо учитывать при принятии решений по масштабированию бизнеса.

Средняя продуктивность работы (скорость сборки электронных устройств) сотрудника составляет 10 единиц продукции в неделю (фиксирована, не изменяется в ходе игры).

Заработная плата одного сотрудника составляет 500 долл. в неделю (что составляет 2000 долл. в месяц). Поскольку работа по сборке электронных устройств не требует высокой квалификации, все сотрудники получают одинаковую зарплату, которая фиксирована и не изменяется в ходе игры.

3. Клиенты

Потенциальные потребители могут стать вашими клиентами:

1) случайным образом — например, друзья/знакомые/родственники и любые другие покупатели, осуществившие спонтанную покупку. В каждый момент времени у вас всегда будет небольшое число спонтанных покупателей;
2) по рекомендации — потребители, когда-то купившие у вас электронный браслет и довольные устройством, с определенной вероятностью рекомендуют его своим друзьям и знакомым (маркетинговый канал, известный как «сарафанное радио»). Чем больше удовлетворенных клиентов, тем мощнее становится канал «сарафанного радио»;
3) от рекламы — часть потенциальных потребителей, узнавших о вашей продукции из рекламы, обязательно приобретут ее.

При этом ваши собственные замеры и наблюдения, а также проведенные маркетинговые исследования показывают, что:

- число покупателей, совершивших спонтанную покупку, является случайной величиной и варьируется в среднем от двух до пяти человек в неделю;
- эффективность сарафанного радио достаточно высокая — в случае положительного опыта покупки каждый обладатель электронного устройства раз в неделю рекомендует покупку всем своим контактам (в среднем их порядка 30 у каждого человека). При этом вероятность того, что его контакты прислушаются к этой рекомендации, составляет 5%.
- согласно отчету по исследованию рынка компании Nansen Marketing Solutions, отдачу от рекламной кампании можно просчитать следующим образом: в зависимости от затрат на рекламу о продукции компании узнает определенное количество людей (максимально — до 60% населения; рис. 1). При

Рис. 1. Рекламная кампания: по горизонтальной оси — затраты на рекламу (долл.) за раунд игры, по вертикальной оси — процент населения, охваченного рекламой (% от всего населения)

этом определенная доля потенциальных клиентов, узнавших о продукции компании от рекламы, совершит покупку (~20%).

4. Финансовая модель бизнеса

Стартап имеет простейшую финансовую модель. Выручка компании формируется посредством продажи изготовленных электронных устройств. Стоимость одной единицы устройства составляет 200 долл. Стоимость фиксирована и не меняется в ходе игры.

Расходы компании состоят из следующих статей:

- расходы на персонал: заработная плата в размере 500 долл. в неделю;
- расходы на рекламу и маркетинг: определяются участником имитационного эксперимента в соответствии с таблицей эффективности рекламных расходов (см. рис. 1);
- расходы на закупку компонентов: стоимость одного компонента составляет 50 долл.

Разница между выручкой и суммой расходов компании формирует прибыль компании. Прибыль поступает на счет компании.

5. Опыт покупки — положительный или отрицательный

В потребительских свойствах своей продукции вы можете быть уверены — неоднократное тестирование электронных браслетов на фокус-группах показало, что более 90% пользователей устройства остаются довольны его потребительскими свойствами и дизайном.

Несмотря на высокие потребительские свойства продукции, у вашей компании все же существует угроза формирования негативной репутации у потребителей в зависимости от их опыта взаимодействия с вашей компанией при осуществлении покупки. Типовая процедура осуществления покупки представлена на рис. 2.

В случае если товар есть в наличии, покупатель получает его моментально и остается доволен. В случае если по каким-либо причинам готовой продукции нет в наличии (например, по причине отсутствия компонентов или же недостаточной мощности производства вследствие нехватки рабочих рук), то потенциальный покупатель размещает заказ (на рис. 2 — переходит в категорию «разместивший заказ»). При этом важно учитывать, что в среднем покупатель готов ожидать исполнения заказа от двух до четырех недель. Это случайная величина — кто-то готов ожидать не более недели, кто-то — три или четыре.

Если в течение этого срока покупатель не получает продукцию, то он отказывается от заказа. В этом случае он переходит в категорию **недовольных**, которые активно распространяют на рынке *негативное мнение* о продукции и о вашей компании всем своим *знакомым* (уже отмечалось, что в среднем каждый агент имеет 30 контактов – т. е. связан с 30 другими потребителями). *Потенциальный потребитель, выслушавший негативный отзыв недовольного, прислушается к его мнению с вероятностью* 8% – в этом случае

Рис. 2. Процедура осуществления покупки потенциальным клиентом компании

он из потенциального потребителя сразу перейдет в категорию **недовольного**, отказавшись от идеи приобрести продукцию вашего стартапа, — т. е. негативный опыт от взаимодействия с вашей компанией распространяется агентами более быстро.

При этом важно учитывать:

– *потребители*, отказавшиеся от заказа, раздосадованы – они активно распространяют негативные отзывы среди потенциальных покупателей, «заражая» их нежеланием приобретать продукцию вашей фирмы;

– *потенциальные покупатели*, прислушавшиеся к негативной рекомендации (так называемые зараженные), также распространяют негативный отзыв, но значительно менее активно (по оценкам маркетологов – почти в два раза менее активно). Кроме того, как показывают маркетинговые исследования, примерно через 6 месяцев они снова готовы рассматривать возможность покупки, переходя в категорию потенциальных пользователей.

Скидки

Вы можете предоставлять купоны на скидки на вашу продукцию потребителям, отказавшимся от заказа вследствие запаздывания изготовления продукции по вине вашей компании. Это основной инструмент по работе с недовольными потребителями. Скидка предоставляется в процентном выражении от стоимости изделия ВСЕМ отказавшимся клиентам.

При этом важно помнить, что:

1) разочарованные потребители необязательно воспользуются предоставленной скидкой, даже если она будет достаточно высокой (более 50%);

2) отсутствует линейная зависимость между размером скидки и количеством «вернувшихся» недовольных клиентов: например, даже ликвидационная распродажа со скидками на уровне 70–80%

Показатели за период

Разместили заказ	0
по рекламе	0
по рекомендации	0
случайно	0
Купили	0
Отказались от заказа	0
Решили не заказывать	0
Произведено продукции	0

Рис. 3. Статистика за один раунд игры

Показатели за все время

Разместили заказ	0
по рекламе	0
по рекомендации	0
случайно	0
Купили	0
Отказались от заказа	0
Решили не заказывать	0
Произведено продукции	0

Рис. 4. Статистика накопленным итогом

не позволит полностью ликвидировать категорию недовольных вашей продукцией клиентов (хотя и сможет значительно уменьшить их количество, снизив таким образом волну недовольства).

Точное влияние политики предоставления скидок вам предстоит исследовать на практике. Однако следует иметь в виду, что частое предоставление значительных скидок негативно отражается на выручке компании.

Таким образом, вам как руководителю компании необходимо сбалансированно управлять своим стартапом, внимательно отслеживая количество недовольных клиентов. Для этого требуется избегать возникновения ситуаций, когда спрос на продукцию компанию будет оставаться неудовлетворенным длительное время (более четырех недель).

6. Отчетность

Благодаря хорошо выстроенной маркетинговой службе, вы достаточно хорошо осведомлены о динамике продаж. Выстроенная вами система сбора статистики позволяет:

- В каждый момент времени отследить количество людей, разместивших заказ, включая тех, кто пришел (1) случайно, (2) по рекомендации или же (3) от рекламы. Также ведется статистика по количеству потенциальных клиентов и людей, отказавшихся от заказа (т. е. тех, кто разместил предзаказ, но не дождался и, потеряв терпение, отказался).
- Также доступны данные по количеству людей, решивших не заказывать продукцию вашей компании — т. е. тех, кто лично еще не сталкивался с компанией, но, получив негативный отзыв знакомых, решил вообще не связываться с продукцией вашей компании).
- Наконец, учитывается количество произведенных устройств («произведено продукции») за единицу времени (за неделю).

Пример статистики по этим категориям приведен на рис. 3 в виде таблицы.

- Получать статистику накопленным итогом (т. е. за весь период управления компанией) согласно рис. 4 в виде таблицы. Статистика ведется по тем же категориям, описанным выше.

Также вам доступна наглядная статистика по:

- покупателям: «разместившие заказ» («ждущие заказа»), «купившие» и «отказавшиеся от покупок» (рис. 5);
- складу: (1) количество оставшихся компонентов на складе и (2) нераспроданная продукция (рис. 6);
- финансовым показателям: данные по (1) выручке, (2) затратам и (3) прибыли (рис. 7).

Рис. 5. Диаграммы покупателей (слева) и потенциальных клиентов (справа)

На диаграмме справа темно-серым цветом отмечено количество потенциальных клиентов, прислушавшихся к негативной рекомендации и отказавшихся вообще размещать заказ в вашей компании.

Рис. 6. Диаграмма закупки компонентов и нераскупленной продукции

Рис. 7. Диаграмма финансовой отчетности

7. Прочие параметры имитационного эксперимента

Параметры имитационного эксперимента можно гибко настроить перед началом игры:

- единица игрового времени — неделя;
- продолжительность одного игрового хода — 10 недель. После этого участник имитационного эксперимента снова принимает решение по заказу компонентов, найму сотрудников, инвестициям в рекламу;
- общее количество агентов / население — 10 тыс. человек;
- рекомендуемые настройки игры представлены ниже;
- стоимость изделия — 200 долл.;
- стоимость компонента — 50 долл.;
- зарплата сотрудника компании — 500 долл. в неделю;
- запаздывание поставки компонента — четыре недели (с момента заказа);
- запаздывание при найме сотрудника — 6 недель (с момента решения о найме);
- среднее количество связей у агента — 30;
- восприимчивость к положительной рекомендации — 5%;
- восприимчивость к отрицательной рекомендации — 6–7%;
- продолжительность каждого раунда — 10–12 недель.

Пример интерфейса имитационной игры «Стартап: пределы роста» можно найти на рис. 8 цветной вклейки.

Таблица принятия решений

Пояснение

Шаг 1. Сначала участники принимают решение о количестве нанимаемых сотрудников, количестве заказываемых компонентов и размере рекламного бюджета, после чего заполняют раздел 1 Таблицы принятия решений.

Шаг 2. По окончании хода участники, на основании собранной за время работы модели статистики (за один ход), заполняют раздел 2 Таблицы принятия решений.

	1 раунд	2 раунд	3 раунд	4 раунд	5 раунд	6 раунд	7 раунд	8 раунд	9 раунд	10 раунд
Раздел 1. *Принятые решения*										
Количество нанятых сотрудников										
Количество уволенных сотрудников										
Количество заказанных компонентов										
Рекламный бюджет										
Раздел 2. *Статистика*										
Клиенты, разместившие заказ										
Клиенты, совершившие покупку										
Клиенты, отказавшиеся от покупки										
Объем произведенной продукции										
Остаток средств на конец хода										

Методические рекомендации преподавателю по проведению имитационного эксперимента

Количество участников игры

Имитационный эксперимент может выполняться как одним участником, так и несколькими — в группе из двух—четырех человек. Каждая команда должна иметь доступ к персональному компьютеру с заранее предустановленным апплетом Anylogic.

Задача игры

Задача участников имитационного эксперимента — максимизировать объем денежных средств на счету компании. В случае одновременной игры нескольких команд (каждая команда занимается управлением собственной компанией) победителем признается та команда, которая на момент окончания игры имеет наибольшее количество финансовых средств на счету компании.

Методология проведения игры

При проведении имитационного эксперимента рекомендуется:

а) до начала имитационного эксперимента:

- каждому участнику/команде придумать название для стартапа;
- распределить роли в команде (в случае работы в группе от двух и более человек). Обязательно — роль руководителя компании. Также возможны роли финансового аналитика, специалиста по закупкам (отвечает за закупку компонентов), специалиста по маркетигу (отвечает за проведение рекламной кампании). В случае разногласий при принятии решений последнее слово остается за руководителем;
- каждый участник имитационного эксперимента должен ознакомиться с сюжетом и правилами игры;
- до начала игры рекомендуется продумать и сформулировать стратегию компании с описанием основных решений, которые будут приниматься. Целесообразно спрогнозировать «стратегию в цифрах» — дать прогноз графика привлечения клиентов, динамики закупки компонентов и найма сотрудников (по окончании игры — провести сравнение прогнозов с результатами);
- определить максимальную продолжительность игры — например 10 раундов.

б) в процессе имитационного эксперимента:

- запустить интерфейс игры. Ознакомиться: 1) с полем принятия управленческих решений; 2) с полем статистики; 3) с ключевыми диаграммами;

- каждый раунд имитационного эксперимента участникам необходимо принимать три решения — по найму сотрудников, по количеству закупаемых компонентов, по затратам на рекламную активность. Участники эксперимента имеют 3–5 минут для анализа ситуации и принятия решений;
- после того как решение принято, участники заполняют Таблицу принятия решений (см. Приложение 2);
- после того как решения приняты, участник(и) эксперимента нажимают кнопку «Следующие… недель», начиная следующий 10-недельный цикл (по окончании цикла происходит автоматическая остановка модели для принятия новых решений);

в) по завершению имитационного эксперимента:

- подведение итогов, выявление победителей;
- анализ результатов игры по Таблицам принятия решений;
- обсуждение игры: обратная связь, что было не так — версии проигрыша, какова успешная стратегия;
- лекция на тему «Почему стартапы не справляются, или Как правильно масштабировать бизнес» (1–1,5 часа);

Памятка для преподавателя/организатора игры

Несколько важных моментов, на которые стоит обратить внимание:

1. Перед началом игры желательно заставить участников эксперимента погрузиться в атмосферу стартапа — ознакомить их с концепцией бизнеса и продукцией, попросить разработать «бизнес-план» стартапа. Под бизнес-планом следует понимать прогноз динамики роста клиентской базы, прогноз потребности в компонентах и сотрудниках компании. Согласно специалистам по системной динамике, такого рода попытки представить поведение системы во времени очень важны для формирования навыка системного мышления у обучающихся. После завершения игры будет интересно сравнить запланированное и реальное и поразмышлять над причинами расхождений. Этот этап может занять от 30 до 45 минут.
2. В процессе игры важно ввести соревновательность. Если одновременно играет несколько команд, то можно после каждого раунда фиксировать результаты каждой команды на доске или флипчарте — так, чтобы данные были доступны всем. Это, во-первых, будет ценным источником информации для игроков относительно их собственной политики в сравнении с достижениями других команд (для проведения бенчмаркинга), а с другой — способствовать росту игрового азарта и активности.

3. В процессе игры паузы между раундами, на которые отводится принятие решений, не должны быть продолжительными: рекомендуется ограничить их 3–5 минутами. Можно предусмотреть игровые мероприятия, способствующие «рефлексии» участников: например, конференции и импровизированные TED-talks с 1–2 лидерами по итогам 4–5 раундов. Ориентировочная продолжительность игры, таким образом, составит 45–50 минут (включая 1–2 мероприятия по 5–7 минут).
4. Дебрифинг. На данном этапе важно дать возможность участникам эксперимента выговориться, обсудить причины успехов и неудач, провести работу над ошибками. Ведущий выступает преимущественно в роли модератора, не вмешиваясь и не давая комментариев по сути. Продолжительность дебрифинга — 20–25 минут.

В процессе дебрифинга модератор может задавать аудитории следующие вопросы:

- Отличалась ли реальная динамика игры от прогноза, сделанного командой до начала игры? В чем отличие? Почему?
- Как влиял эффект запаздывания? Всегда ли удавалось его учесть?
- Какие были неожиданности в игре? На каком раунде? Почему?
- Что бы сделали иначе, начни играть заново?

5. После дебрифинга рекомендуется прочитать лекцию на 45 минут — 1 час по анализу причин неожиданного краха стартапов при условии быстрого роста. Помимо непосредственно стартапной тематики можно также затронуть такие моменты, как стратегия быстрого роста, циклы превышения и коллапса и проч.

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. Dцrner'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 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 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.

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;
- 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. In Section 4.1. a concept of stocks-and-flows is introduced. The author argues that despite certain advantages of casual loop diagrams, 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. Sections 4.2–4.3 proceed 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.

The Section 4.4 of Chapter 4 shows an example of fading oscillation effect using simplified economic model of stock management. By using simple enough model with few variables created in Vensim software the author demonstrates a relatively complex behavior of a simple system. Although there are several easy-to-understand variables involved in a simulation process. Due to their interdependence the overall system behavior becomes much more complex.

Main advantage of system dynamics approach – it shows non-linear effects among variables, counter-intuitive behavior and unexpected outcomes which often occur even when managers don't intend them to be. Slight shifts in any variable cause radical changes in entire system performance (even when other variables are not changed directly by managers). This situation raises a crucial management problem – comprehensive and systematic control of resources. A problem can't be eliminated by just fixing one issue – for instance, within the presented model slight change in personnel optimization policy (from 3 to 6 weeks) restructures entire production velocity – each change has to be evaluated only in connection with all system elements. This can be done through sensitivity analysis, which allows to estimate influence of one element change to entire system functioning.

In the Section 4.5 of Chapter 4 the author emphasizes our attention on a problem of stocks and flows concept perception. The author builds upon a pioneering research of stock-and-flows misperception by J. Sterman and Linda Booth Sweeney1. The key idea is that stocks and flows concept can be traced in many aspects of our both business and personal lives – therefore misinterpretation of this concept can lead to serious mistakes in decision making. From the other side, it may help us to reveal things without usage of sophisticated tools. So, using an example of a John Sterman's research about a shop with incoming and leaving clients the author shows how misunderstanding of a system in terms of stocks and flows can impact decisions of people notwithstanding their age, gender, educational background and social status. The author uses a number of other interesting examples to illustrate this phenomena including a real life example of unemployment statistics in Spain proving that interpretation of even standard economic charts should be addressed with care.

As a natural continuation of the stocks-and-flows concept, the Sections 4.6–4.7 describe a resource-based view of the firm, currently a mainstream of the strategic management science. The author shows many similarities between the resource-based approach in strategic management and a system dynamics approach to simulation modeling. According to the resource-based view, the core competencies and strategic advantages of the firm arise primarily from the combination of the resources available to the firm. The firm's resources are not static but dynamic (change over time) and mutually connected (meaning their interdependency

---

[1] *Sweeney L. B., Sterman J. D.* Bathtub Dynamics: Initial Results of a System Thinking Inventory. System Dynamics Review, September 2000. 16(4). P. 249–294.

from one another). The author provides a short background of the history of the resource-based view approach starting since 1950-ies to current times and outlines some important characteristics of this approach.

As a consequence of the dynamic resource-based view application to modeling, a new paradigm within system dynamics emerged – an approach called "strategy dynamics" by Kim Warren. Strategy dynamics focuses on firm's performance over time. The practical application of this method requires building a stock-and-flows model of the organization (so called "strategic architecture" of the company) to quantify its performance. In order to do this, one needs to 1) identify the resources that company performance depends on (both tangible and intangible); 2) identify the flows that influence dynamics of the resources; 3) identify factors that cause resources to be won and lost. In Section 4.6. the author examines key advantages of strategy dynamics by using numerous examples of modeling organizational strategic architecture.

In conclusion the author claims that 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 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.

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 nine different examples of system dynamics and agent-based modeling applications to various business problems:

- Evroset strategic management issues (SD, Case #3);
- Microsoft strategic architecture (SD, Case #4);
- online airtickets provider strategy options assessment (ABM, Case #7);
- modeling of consumer behavior for a local telecom operator (ABM, Case #8);
- as well as public management problems:
- counterintuitive system behavior in road traffic safety policy (SD, Case # 1),
- depletion of natural resources (SD, Case #2),
- government policy in application to natural resources management (SD, Case # 5),
- assessment of potential implications of a rapid development of global GMO seeds industry (SD, Case #6),
- Russian 2014 economic sanctions impact assessment (SD, Case #9)

These cases were prepared on the basis of the 1) research adapted from author's Ph.D. thesis, 2) research findings of domestic and foreign social scientists, 3) findings received on the basis of author's own studies and research, 4) research carried out together with his colleagues at the Russian Presidential Academy for National Economy and Public Administration (RANEPA) and the School of Public Administration at M.V. Lomonosov Moscow State University.

Содержание

Предисловие 3
От автора 5
Введение 7

Часть 1
ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Глава 1. СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ В УПРАВЛЕНИИ 23
1.1. Особенности принятия решений в динамически сложной среде 23
1.2. Управление на основе обратной связи: концепция обратной связи в экономике и науке управления 35
1.3. Роль ментальных моделей в управлении организацией 51
1.4. Системная динамика: от истоков к современности 75

Глава 2. ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ: ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ ДИАГРАММЫ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ 93
2.1. Причинно-следственные диаграммы как инструмент качественного анализа сложных систем 93
2.2. Типы нелинейного поведения сложных систем 116

Глава 3. ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИЕЙ: УПРАВЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТОВ ВОЗРАСТАЮЩЕЙ ОТДАЧИ 138
3.1. Возрастающая отдача в экономике 139
3.2. Эффекты зависимости от предыдущей траектории развития и блокировки системы 145
3.3. Конкурентная борьба на основе возрастающей отдачи: Microsoft и Apple 157
3.4. Модель управления ростом компании 164
3.4.1. Акселератор осведомленности о продукции 164
3.4.2. Акселераторы экономии на масштабе производства, экономии на масштабе деятельности, экономии за счет опыта 166
3.4.3. Акселераторы сетевых экстерналий и комплементарных товаров 170
3.4.4. Акселератор дифференциации свойств продукта 171
3.4.5. Акселератор разработки новых продуктов 173
3.4.6. Акселератор «рыночной власти» 174
3.4.7. Акселератор слияний и поглощений 175
3.4.8. Акселератор квалифицированных кадров 176

Глава 4. ОТ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ ДИАГРАММ К ИМИТАЦИОННЫМ МОДЕЛЯМ 181
4.1. От причинно-следственных диаграмм — к потоковым 181
4.2. Имитационное моделирование распространения инноваций 190
4.3. Модель Ф. Басса 195
4.4. Модель управления запасами компании: пример затухающей осцилляции 202
4.5. Восприятие потоков и накопителей: управленческий подход 212
4.6. Моделирование организаций: ресурсный подход и системная динамика 222

Глава 5. СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА И АГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 267
5.1. Экономика сложности и агентное моделирование 267
5.2. Построение агентных моделей 277
5.3. Агентное моделирование и системная динамика: сравнительный анализ 287

Часть 2
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДЕЙСТВИИ

Кейс № 1. ДТП и безопасность на дорогах: пример контринтуитивного поведения систем 300
Кейс № 2. Некоторые аспекты моделирования добычи нефти 306
Кейс № 3. Стратегия лидера: управление ростом компании «Евросеть» 312
Кейс № 4. Стратегия развития компании Microsoft: управление на основе акселераторов роста 340
Кейс № 5. Системная динамика в управлении природными ресурсами 358
Кейс № 6. Семена: новое оружие массового поражения? 380
Кейс № 7. Динамический бизнес-план: агентное моделирование стратегии развития оператора рынка онлайн-продаж авиабилетов 398
Кейс № 8. Моделирование поведения потребителей 412
Кейс № 9. Санкции: системный анализ последствий 435

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Приложение 1. Курс «Основы системного анализа и имитационного моделирования в принятии управленческих решений» 457
Приложение 2. Имитационная игра «Стартап: пределы роста v.1.0» ... 467

Textbook 485

Contents

Foreword 3
Foreword by the Author 5
Introduction 7

PART 1
FUNDAMENTALS OF SIMULATION MODELING AND SYSTEM ANALYSIS

Chapter 1. SYSTEM THINKING IN THE FIELD OF MANAGEMENT 23
1.1. Distinctive features of dynamic decision making 23
1.2. Feedback management: the concept of feedback loop in economics and management 35
1.3. Sources of counter-intuitive system behavior 51
1.4. The role of mental models in organizational management 75

Chapter 2. THE BASICS OF SYSTEM DYNAMICS: CASUAL LOOP DIAGRAMS 89
2.1. Casual loop diagrams as a tool for qualitative analysis of complex systems 93
2.2. Types of non-linear behavior of complex systems 116

Chapter 3. FEEDBACK IN ORGANIZATIONAL MANAGEMENT: MANAGEMENT BASED ON INCREASING RETURNS EFFECTS 138
3.1. Increasing returns in economics 139
3.2. Path dependence and system lock-in effects 145
3.3. Competition under increasing returns: the case of Microsoft and Apple 157
3.4. The model of organizational growth engine 164
3.4.1. Product awareness accelerator 164
3.4.2. Economies of scale, economies of scope and learning curve accelerators 166
3.4.3. Network externalities and complementary goods accelerator 170
3.4.4. Product differentiation accelerator 171
3.4.5. New products accelerator 173
3.4.6. Market powers accelerator 174
3.4.7. Mergers and Acquisitions accelerator 175
3.4.8. Experienced workforce accelerator 176

Chapter 4. FROM CASUAL LOOP DIAGRAMS TO SIMULATION MODELS 181
4.1. From casual loops to stocks-and-flows diagrams 181
4.2. Simulation of innovation diffusion..... 190
4.3. F. Bass model 195
4.4. Organizational modeling: resource-based view and system dynamics 202
4.5. Misperception of stocks and flows 212
4.6. Modeling of organizations: Resource-Based View and System Dynamics 222

Chapter 5. SYSTEM DYNAMICS AND AGENT-BASED MODELING 267
5.1. Complexity economics and agent-based modeling..... 267
5.2. Building agent-based models 277
5.3. Agent-based modeling and system dynamics: comparative analysis.. 287

PART 2

SYSTEM DYNAMICS IN ACTION

Case 1. Traffic crashes and traffic safety: an example of counterintuitive system behavior 300
Case 2. Conceptual Issues of oil extraction modeling 306
Case 3. Leader Stategy: Fast Growth Stategy of 'Evroset' Company 312
Case 4. Microsoft's Strategic Development: Management by Growth Accelerators 340
Case 5. System Dynamics in action: management of natural resources..... 358
Case 6. Seeds: a new weapon of mass-destruction? 380
Case 7. Dynamic Business Plan: agent-based modeling of strategy for online flight tickets reseller 398
Case 8. Modeling of Consumer Behavior 412
Case 9. Russian Economic Sanctions: system analysis of consequences 435

Appendix 1. Course Syllabus "Fundamentals of management simulation modeling and system analysis" 457
Appendix 2. Simulation game "Startup: Limits to Growth" 467

Textbook Summary..... 485

Научное издание

Дмитрий Юрьевич Каталевский

ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В УПРАВЛЕНИИ

2-е издание, переработанное и дополненное

Выпускающий редактор *Е. Попова*
Редактор и корректор *Г. Лакеева*
Художник *А. Лабозина*
Оригинал-макет *О. Элоева*
Верстка *А. Генераловой, Е. Немешаевой*

Подписано в печать 14.07.2015. Формат 60×90 1/16
Печать офсетная. Бумага офсетная.
Гарнитура PT Serif Pro. Усл. печ. л. 31,0
Тираж 1000 (1:500) экз. Изд. №731. Заказ № ----

Издательский дом «Дело» РАНХиГС
119571, Москва, пр-т Вернадского, 82
Коммерческий отдел (495)433-25-10, (495)433-25-02
delo@ranepa.ru
www.ranepa.ru