

Станислав Львович Горобченко

Курс «Маркетинг и продажи промышленного оборудования». Модуль «Системная динамика рынка»

*http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=67285104
SelfPub; 2022*

Аннотация

В предлагаемом модуле рассматриваются основные положения и аппарат системной динамики, ее приложение к моделированию и анализу рынка и к проблемам, связанным с совершенствованием маркетинга; применение получаемых имитационных системно-динамических моделей; анализ "типовых структур", используемых при построении указанных моделей. Модуль предназначен для слушателей курсов повышения квалификации дополнительного профессионального образования, обучающихся по курсу "Маркетинг и продажи" и будет полезен для специалистов смежных специальностей.

Содержание

Введение и задачи курса	4
1. Исторический обзор и основные вехи создания методов системной динамики	8
2. Системная динамика и имитационное моделирование	18
2.1. Обзор вопросов системной динамики и имитационного моделирования	18
2.2. Поведение сложных динамических систем	34
2.3. Принципы системной динамики	44
2.4. Запасы	54
2.5. Системные ловушки	73
3. Модели системной динамики	93
3.1. Макроэкономические модели	93
Конец ознакомительного фрагмента.	118

Станислав Горобченко
Курс «Маркетинг и
продажи промышленного
оборудования».
Модуль «Системная
динамика рынка»

Введение и задачи курса

Системная динамика оформилась как направление исследований в 70-годы 20-го века трудами Дж. Форрестера, Д. Медоуз, Х. Боссея и др., создавших теоретическую основу и показавших многочисленное применение системно-динамических моделей в различных областях применения. Среди них многочисленные приложения как к гидравлике, физике, химии и инженерии, автоматизации и синтезу регуляторов, так и к экологии, социальным, политическим, финансовым сферам и в целом, сложным системам.

Из главных достоинств, которые предлагала системная динамика, оказались более эффективные расчеты динамики

и возможности анализа во времени процессов, происходящих во времени. Это стало ее главным отличием от, как оказалось, достаточно статичного системного анализа, и является главной визитной карточкой среди множества различных видов системных исследований.

ПОЧЕМУ ЭТОТ КУРС?

Курсы по системной динамике излагают основы этого метода в связи с конкретными проблемами. Иными словами, слушателю представляют модель определенной системы или, класса таких систем. Сведения о принципах ее конструирования сообщаются в объеме, необходимом для понимания этой модели и выводов из нее.

Наиболее традиционным поводом для ознакомления слушателей читателя с системной динамикой является моделирование поведения сложных систем. Системная динамика представляется как один из важных инструментов для решения поставленной задачи. Но, можно сказать, что ее познавательное значение гораздо шире. Оно имеет весьма важные методологические, даже философские аспекты, обычно упускаемые из вида при узкоутилитарном подходе.

Предлагаемый курс показывает системную динамику как практический набор инструментов и демонстрирует язык современной науки. И это позволяет углубить понимание, как самого метода, так и систем, моделируемых с его помощью.

Подход к моделированию, основанный на системной ди-

намике, хотя и носит в первоначальном рассмотрении теоретичность, но еще долго не потеряет практической ценности, поскольку "нет ничего практичней хорошей теории".

Этот курс – первый, который впервые рассматривает применение моделей системной динамики к проблемам маркетинга и продаж рынка промышленного оборудования B2B и B2C.

Язык, как известно, влияет на характер мышления. В курсе мы также пытаемся показать системную динамику как средство развития системного мышления. А оно особенно необходимо людям, сталкивающимся с такой, системной по определению, сферой, как маркетинг. Именно таким специалистам, прежде всего, адресован данный курс, и не только потому, что приводимые в ней примеры моделей относятся к указанному кругу проблем.

Дело в том, что все категории и закономерности системной динамики как языка, приводимые в курсе, необходимо имеют рыночную и экономическую трактовку. Мы приведем обобщенный взгляд на проблемы промышленных компаний и рынка промышленного оборудования и подробно проведем анализ типовых структур системно-динамических моделей и типичных форм их поведения, характеризующих динамику моделируемых систем.

Особо будут выделены программы построения системно-динамических имитационных моделей. Это дополнительный повод для уверенности в том, что предлагаемый курс

будет с пользой прочитан специалистами отрасли, заинтересованными в большем понимании системного подхода, моделировании, современных информационных технологий, и ориентированными на информационно-системный анализ сложных проблем, возникающих в развивающихся системах.

Теперь кратко остановимся на содержании учебного пособия. Если в первых главах обсуждаются основные понятия и аппарат системной динамики, то основной акцент делается на тех главах, где приводятся и обсуждаются основные модели, связанные с описанием процессов, характерных для рынка промышленного оборудования. Степень сложности моделей нарастает от первой к последней. При этом, если простые модели, в основном, знакомят читателя с процедурой построения системно-динамических моделей, то более сложные модели носят прикладной характер.

В пособии рассматривается значительное количество примеров системно-динамических моделей, их математическое описание и даны их иллюстрации.

1. Исторический обзор и основные вехи создания методов системной динамики

Изучение процессов, происходящих в рыночной экономике и других сферах, является довольно сложной и неоднозначной в своем решении задачей, поскольку данные процессы происходят в сложных (то есть обладающих дублирующими обратными связями) слабоструктурированных системах, над которыми эксперимент в том смысле, как он понимается в естественных науках, невозможен, а если и возможен, то его последствия трудно оценить и предугадать из-за "контринтуитивного поведения" указанных систем.

Такое поведение обусловлено как размером и сложной структурой систем, так и огромным объемом информации, порождаемой происходящими в таких системах процессами. Эта информация в подавляющем большинстве случаев не поддается адекватной оценке без использования информационного анализа и информационных технологий. А это бывает крайне необходимо в условиях "уникального выбора", ошибки которого для компаний могут стоить очень дорого, например, при принятии решений в области инвестиций или выхода на новые рынки.

Поэтому разработка системных и информационных мето-

дов изучения процессов, протекающих в сложных системах, является актуальной задачей, которую предстоит решать для достижения устойчивого развития компаний, которую беспокоят серьезные стратегические проблемы. В будущем эта необходимость только усилится.

Наиболее ярко это видно на примере процессов, протекающих в сложных системах, находящихся в переходной фазе. К таким системам можно отнести системы с сильным и непредсказуемым влиянием таких факторов как: политические факторы (страны с переходной экономикой), технологические (турбулизация, связанная с резким внедрением информационных технологий), экономические (появление динамичных отраслей, не поддающихся традиционным экономическим закономерностям) и социальные факторы (влияние на поведение нерегулируемых факторов, социальных сетей, динамика социального и молодежного поведения и пр.).

Применение классических методов маркетинга к анализу протекающих в указанных системах процессов наталкивается на серьезные трудности, поскольку данные методы создавались для изучения достаточно простых систем с неизменной структурой, которые находятся в устойчивом, хотя, возможно, и квазиравновесном, состоянии, и плохо применимы к сложным системам, переходящим из одного состояния в другое, особенно, если такой переход сопровождается сильным изменением структуры системы.

То же самое относится к информации, которой сопровож-

даются такие процессы. Если в период нахождения системы в устойчивом состоянии информация извлекается, обрабатывается и используется вполне определенными и неизменными на протяжении продолжительного временного интервала методами, то в переходный период изменяется не только качественный и количественный состав информации, но и технологии, связанные с ее переработкой. Примером этому могут служить переход на новую систему расчетов, цифровизация бизнеса, развитие CALS-технологий для совершенствования электронного документооборота в компаниях и бурное развитие в последние десятилетия информационных технологий, сопровождающее так называемый переход в новую "информационную" ("постиндустриальную" или "технотронную") стадию развития общества.

Исследованию процессов, протекающих в сложных системах, посвящено значительное число работ. Среди них особое место занимают работы в области системного анализа, зарождение которого началось еще в античной греческой философии (Платон, Аристотель, стоики, Евклид). Именно тогда впервые возникли представления о системе как о совокупности элементов, находящихся в структурной взаимосвязи друг с другом и образующих определенную целостность.

Затем эти представления получили дальнейшее развитие в работах Николая Кузанского, Спинозы, Канта, Шеллинга, Гегеля, Маркса и других известных мыслителей. Практически трудно найти мыслителя, который в той или иной мере

не затрагивал этой темы.

Тем не менее, только в XX веке системный подход был существенно развит и привел к зарождению системного анализа. Так, например, австрийский ученый Людвиг фон Берталанфи в 30-40-е годы успешно применил системный подход к описанию биологических процессов и ввел понятие открытой системы. Однако еще в начале XX века (1912-1928 гг.) методология системного анализа была заложена русским ученым А.А. Богдановым, который пытался разработать новую науку об организации ("тектологию") и тем самым предвосхитил основные идеи кибернетики, развитые позднее группой ученых во главе с Н. Винером, У.Р. Эшби и другими учеными в 40-50-е годы. Кроме того, отражение системного подхода можно найти в работах В.И. Вернадского, Белл Д., Т. Котарбиньского, Б. Рассела, А. Тойнби и других исследователей XX века. Позднее, в 60-70-е годы системный анализ становится базовой методологией в экономике, экологии, социологии, демографии, политике, военном деле и других областях. Следует отметить, что еще в 30-х годах XX века в некоторых экономических моделях уже присутствовали элементы системного анализа. Так, например, кейнсианская модель формирования совокупного спроса содержит обратные связи, приводящие к мультипликационным эффектам: это положительная или отрицательная петля обратной связи между совокупным спросом и произведенным национальным доходом.

Основателем системно-динамического направления является Дж.Ф. Форрестер. Исходя из теории систем, дифференциальных уравнений, компьютерного моделирования, он разработал принципы и аппарат "системной динамики", позволяющий анализировать и принимать управленческие решения. Им были созданы модель городской динамики, различные модели мировой динамики "Мир-1" и "Мир-2" (1971-1972 гг.), положившие начало глобальному моделированию, в рамках которого были разработаны следующие как системно-динамические, так и несистемно-динамические модели и проекты: "Мир-3" или "Пределы роста" Д. Медоуза (1972 г.); "Человечество перед выбором" М. Месаровича и Э. Пестеля (1974 г, концепция "органического роста"); "ЛИНК" Л. Клейна (с 1968 г, синтез национальных моделей); глобальная межотраслевая модель В. Леонтьева. В 1988 г. тайландским ученым К. Саидом была разработана системно-динамическая имитационная модель развивающихся стран, учитывающая взаимосвязь экономических, демографических, экологических, социально-политических и технологических факторов развития.

Системно-динамические модели позволили увязать воедино многие сферы функционирования человеческого общества. Так, в рамках концепции "устойчивого развития" в 1995 г. группой американских ученых была создана модель "США на пороге XXI-го века", которая моделирует развитие США с учетом экономических, демографических, экологи-

ческих, социально-политических и технологических факторов.

Аналогичные модели при поддержке Института Тысячелетия и Всемирного банка были созданы и создаются в настоящее время во многих странах мира (Таиланд, Тунис, Китай, Малави, Грузия, Армения и другие). Например, весной 1997 г. были завершены обобщенные системно-динамические модели для изучения динамики макроэкономических показателей Грузии и Армении, а в марте 1997 г. на проходившем в Токио Международном Форуме по Глобальному Моделированию был представлен доклад о возможном будущем для Бангладеш, Туниса и США, составленный на основе системно-динамических моделей, разработанных для данных стран. Все это было бы невозможным без использования современных информационных технологий и информационного анализа.

Поэтому большинство зарубежных моделей, используемых для анализа сложных проблем и процессов, созданы и создаются в настоящее время на основе специальных сред разработки имитационных моделей. В настоящий момент известны такие наиболее распространенные среды разработки имитационных моделей как STELLA (Ithink), DYNAMO, VENSIM, POWERSIM. Они позволяют не только быстро создавать имитационные модели при помощи простых визуальных инструментов, но и проводить анализ работы созданных моделей и использовать данные модели для оценки воз-

действия управленческих решений на протекание сложных процессов в моделируемых системах.

Что же касается развития системного анализа и системно-динамического направления в РФ, то здесь следует отметить, что системные исследования активно стали развиваться в бывшем СССР в 70-80-е годы нашего столетия. Например, в ЦЭМИ АН СССР в 70-х годах была разработана эконометрическая модель экономики США, предназначенная для среднесрочного прогнозирования; в СО АН СССР был разработан ряд эконометрических моделей (например, С-106 и МОПЕК), моделирующих экономику различных стран в период с окончания второй мировой войны; в МГУ им. М.В. Ломоносова разрабатывались имитационные модели экономики СССР; в ЛГУ были построены модели управления системной образования, в вычислительном центре АН СССР в начале 80-х годов исследовательской группой под руководством академика Н.Н. Моисеева была создана имитационная модель глобальных экологических изменений.

В настоящее время работы в направлении имитационного моделирования ведутся во многих учебных и научных учреждениях.

Однако большая часть исследований проводилась в рамках системного анализа, а системно-динамическим исследованиям отводилась второстепенная роль. Тем не менее, в данном направлении работы велись и ведутся как по созда-

нию системно-динамических имитационных моделей, так и по разработке отечественных сред разработки имитационных моделей. Так, в МИУ (ГАУ) им. С. Орджоникидзе на основе DYNAMO была разработана среда для разработки имитационных моделей ИМИТАК 32, при помощи которой были созданы региональные модели сельского хозяйства. В ЦЭМИ были созданы и использовались для имитационных моделей такие языки программирования, как GPSS, PLIS и SIMULA.

Если в период "холодной войны" системный анализ и системная динамика, а также разработка имитационных моделей носили ярко выраженный идеологический и политический характер, то в настоящее время в области системных исследований все больше и больше развивается международное сотрудничество как в области научных исследований и образования, так и в сфере применения имитационных моделей в бизнесе (управленческий консалтинг). Так, например адаптацией имитационных моделей, разработанных группой под руководством Дж.Ф. Форрестера (Массачусетский технологический институт, Дартмутский колледж), а также разработкой на их основе собственных моделей занимаются в МГУ, МГИМО, НИИСИ, МИФИ, Институте кибернетики им. В.М. Глушкова АН Украины и других организациях. В 1992 г. на базе НИИСИ был организован Институт системного анализа РАН (ИСА РАН), а в марте 1996 г. в Москве был учрежден Международный комитет по общим

системам.

Среди современных работ в области системной динамики имитационного моделирования можно отметить работы зарубежных и отечественных ученых, таких как Дж.Ф. Форрестер, Дж. Стерман, Д.Л. Кауфман, М.Р. Гудман, Н. Робертс, Донелла и Деннис Медоузы, М. Месарович, Е. Пестель, Т.К. Абдель-Хамид, Д.Ф. Андерсен, Р.А. Кларк, А. Форд, Д.Н. Ким, Дж.Д. Морекрофт, П.М. Миллинг, Ж.П. Ричардсон, Е.Б. Робертс, Х. Саид, П.М. Сенж, К. Ванг, Е.Ф. Фольштейнхольм, Р. Зараза, Н.Н. Моисеев, Т. Нейлор, А.Г. Гранберг, В.С. Дадаян, Н.В. Чепурных, А.Л. Новоселов, В.И. Дудорин, В.Г. Соколов, В.А. Смирнов, Р.В. Игудин, Д.М. Хомяков и П.М. Хомяков, А. Рыженков, и других авторов (наиболее полный библиографический список работ по системной динамике и информационно-системному анализу, начиная с 1967 г. по настоящее время содержит более 3000 работ).

Помимо этого необходимо отметить работы таких зарубежных и отечественных ученых в области "устойчивого развития", экономики, как А. Маркандия, Д. Пирс, Дж. Диксон, Т. Титенберг, Т.С. Хачатуров, С.Н. Бобылев, А.Л. Бобров, К.В. Папенков, А.А. Голуб, Е.Б. Струкова, Н.П. Тихомиров, М.Я. Лемешев и другие.

Кроме того, для практического применения системно-динамических моделей в образовательном процессе необходимо отметить работы по игровому имитационному моделированию (деловым играм) таких авторов, как И.М. Сы-

роежин, А.А. Вербицкий, Л.Н. Иваненко, Д.Н. Кавтарадзе,
М.М. Крюков, Л.И. Крюкова, В.М. Ефимов, В.Ф. Комаров,
В.Н. Макаревич и другие.

2. Системная динамика и имитационное моделирование

2.1. Обзор вопросов системной динамики и имитационного моделирования

Раздел является обзором существующих подходов и программных средств в имитационном моделировании. Приводятся три общепринятые парадигмы системной динамики, дискретно-событийного и агентного моделирования. Более подробно рассматривается агентный подход, сравнительно редко используемый в России, но являющийся основой для создания эффективных систем поддержки принятия решений в бизнесе. Раздел предназначен для первоначального знакомства с имитационным моделированием и описания того круга бизнес задач, где его применение может оказаться эффективным.

Имитационную модель можно рассматривать как множество правил, определяющих процессы функционирования некоторой системы и ее переходов из одного временного состояния в следующее. Эти правила могут определяться лю-

бым доступным для компьютера способом – в виде блок-схем, дифференциальных уравнений, диаграмм состояний, автоматов, сетей. Имитационные модели, как правило, менее формализованы, чем аналитические, система описывается «как она есть», в терминах максимально приближенных к реальным.

В имитационном моделировании к настоящему моменту сложились три самостоятельные парадигмы – системная динамика, дискретно-событийное и агентное моделирование. Они соответствуют разным уровням абстракции при создании модели, что обуславливает применение того или иного подхода.

Принято различать три уровня абстракции: высокий (стратегический), средний (тактический) и низкий (оперативный) [1]. При низком уровне моделируется поведение отдельных объектов, но, в отличие от физического моделирования, используются не точные траектории и времена, а их усредненные или стохастические значения. На этом уровне принято решать задачи, связанные с диспетчеризацией, различными видами транспортировки изделий и материалов, компьютерными системами. На среднем уровне абстракции обычно оперируют с расписаниями, задержками, мощностями и емкостями, физическое перемещение при этом не анализируется. Здесь абстрагируются от индивидуальных свойств объектов моделирования (людей, машин, товаров) и в основном рассматривают их потоки.

Характерными задачами этого уровня являются системы массового обслуживания, модели бизнес-процессов, логистика. При высоком уровне абстракции в модели, как правило, отсутствуют индивидуальные объекты сами по себе, а оперируют лишь с их количеством и агрегированными показателями. На данном уровне моделируются проблемы рыночного равновесия, социально-экономического развития отраслей, экологические процессы.

Дискретно-событийное моделирование

Подходом, соответствующим низкому и среднему уровню абстракции, является дискретно-событийное (далее ДС) моделирование. Его концепцию предложил в 60-х годах прошлого века Джеффри Гордон, разработав популярное и сегодня программное средство GPSS. В работе [2] он предложил использовать концепции заявок (entities), ресурсов и потоковых диаграмм (flowcharts). На рис.2.1 изображена типичная потоковая диаграмма, согласно которой моделируется работа call-центра.

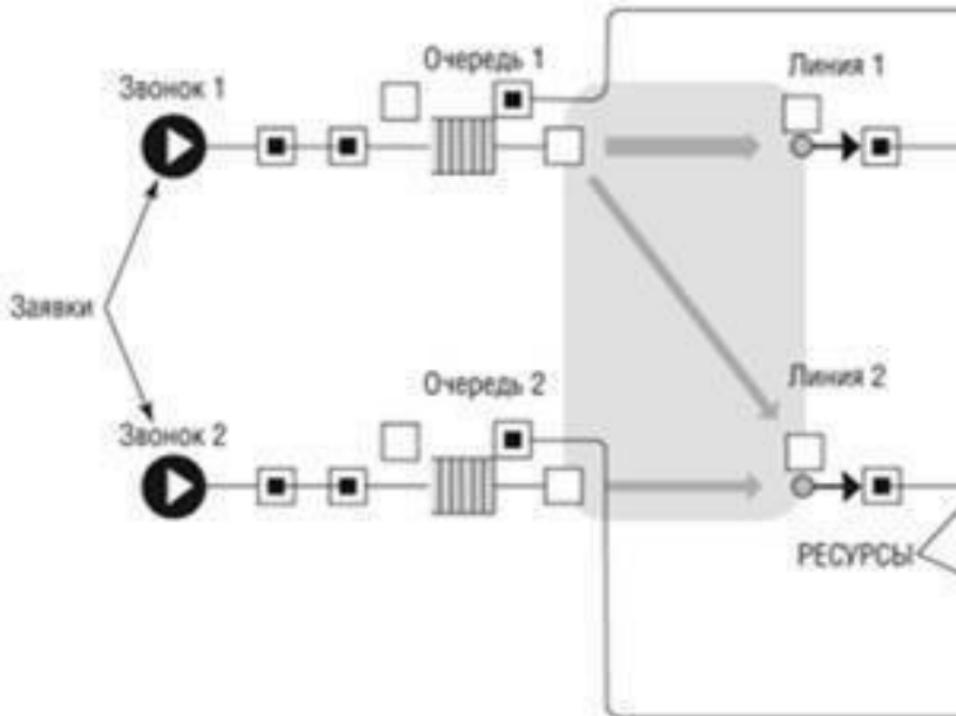


Рис.2 1. Пример потоковой диаграммы «обработка звонков в call-центре»

Заявки, в данном случае звонки, представляют собой некие пассивные объекты, которые перемещаются, захватывают и освобождают ресурсы согласно потоковым диаграммам – схемам, описывающим изучаемый процесс. Заявки могут представлять собой людей, товары, детали, документы, сообщения. ДС моделирование является дискретным – каждому событию соответствует определенный дис-

кретный момент времени. Характерной чертой данного подхода является «обезличенность» заявки, от ее индивидуальных свойств абстрагируются. Считается, что все заявки обладают универсальной логикой поведения и обрабатываются по единому, заранее известному алгоритму. Ядро модели отвечает за генерацию, обработку и уничтожение заявок.

Инструменты дискретно-событийного моделирования

Существует достаточно много программных продуктов, поддерживающих ДС подход. Среди всех средств, предназначенных для имитационного моделирования, этот класс наиболее представительный. Например, в отчёте (3) приводятся характеристики 65 различных инструментов. Это объясняется большой популярностью дискретно-событийного моделирования в таких областях как системы массового обслуживания, бизнес-процессы, производство, логистика, транспорт и других. Часть программных продуктов являются достаточно универсальными (Arena, Extend, GPSS, Witness), другие заточены под более узкий класс задач и содержат абстрактные элементы, взятые из предметной области исследования (AutoMod – транспорт, логистика, производство; MedModel – моделирование и оптимизация систем в здравоохранении; Comnet – телекоммуникации).

Стандартными характеристиками большинства продуктов являются: возможность создания модели в графическом режиме (поточковые диаграммы рисуются, используют-

ся стандартные шаблоны для отдельных блоков, параметры элементов системы задаются через подменю); интерфейсы для соединения с базами данных, средства для обработки статистики на входе и выходе модели, для ее оптимизации, для создания анимации в ходе имитационных экспериментов.

Системная динамика

Высокому уровню абстракции в имитационном моделировании соответствует подход системной динамики (далее СД), предложенный в 50-х годах прошлого века американским ученым Джеймом Форрестером. При данном подходе не рассматриваются индивидуальные объекты, а лишь их количества и агрегированные показатели. Системная динамика применяется тогда, когда нет необходимости или возможности исследовать влияние отдельных объектов, а достаточно изучить поведение системы на уровне агрегированных величин.

Форрестер предложил использовать для этого понятия «накопители» (stocks), и «потоки» между ними (flows) (4). Накопители могут относиться к различным материальным объектам, например, к людям в демографических моделях, товарам, деньгам при моделировании баланса на рынке, природным ресурсам в задачах экологии. На рис. 2.2 приведена системно-динамическая диаграмма из модели распространения продукта на рынке.

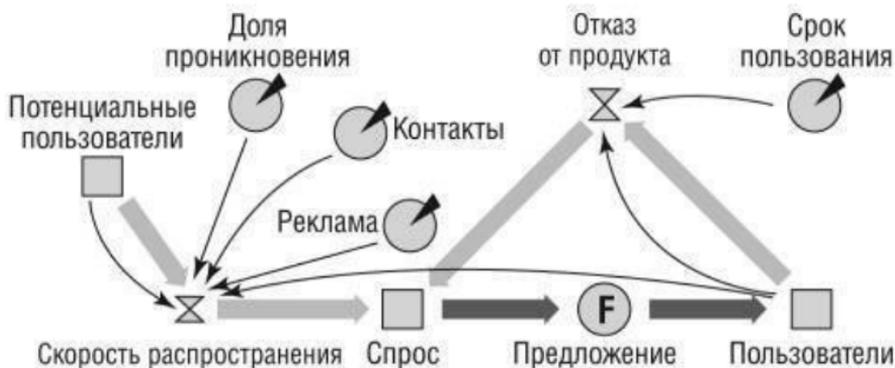


Рис. 2.2. Пример системно-динамической диаграммы «Проникновение продукта на рынке»

Инструменты системной динамики

В ней три объекта – накопителя: «потенциальные пользователи», люди, формирующие спрос и люди, являющиеся реальными пользователями. Такие факторы как реклама, частота контактов определяют потоки, в соответствии с которыми накопители «перетекают» друг в друга. С формальной точки зрения системно-динамическая модель представляет собой систему дифференциальных (в частном случае алгебраических) уравнений, определяющих потоки между накопителями. Отличительной чертой СД является неразличимость объектов, находящихся в одном накопителе. Их невозможно индивидуализировать, приписав различные свойства,

логику поведения или процесс обработки. Все взаимосвязи задаются на уровне накопителей, то есть между агрегированными величинами.

Системно-динамические модели обычно применяются при стратегическом анализе и долгосрочном планировании. Интересные примеры их использования можно найти как в монографиях по системной динамике, например в (5) и (6), так и в многочисленных статьях по конкретным системно-динамическим моделям, созданным за более чем полвека развития данной парадигмы.

Число программных продуктов, предназначенных для использования системно-динамического подхода, относительно невелико по сравнению с ДС моделированием. Наиболее распространены инструменты Vensim компании High Performance Systems (www.hps.nc.com), Powersim компании Powersim, SA (www.powersim.com), IThink компании Ventana Systems (www.vensim.com), а также Anylogic. Vensim является из них наиболее простым и недорогим, обладая при этом такими характеристиками, как поддержка графического создания потоковых диаграмм; встроенные логические операторы и генераторы случайных чисел; средства для связи с базами данных для генерации отчетов, анимации и анализа чувствительности.

Важной характеристикой инструментов Powersim и IThink являются встроенные алгоритмы частичной поддержки дискретного моделирования. Это позволяет создавать мо-

дели с разными уровнями абстракции для отдельных блоков. Более подробную информацию о характеристиках данных инструментов можно найти на сайтах компаний разработчиков и в руководстве по Powersim (7).

Агентное моделирование

Третьей парадигмой в имитационном моделировании является агентное моделирование (далее АМ). Агент представляет собой индивидуализированный активный объект, который может обозначать человека, транспортное устройство, компанию, населенный пункт. В зависимости от того, какой объект представляет собой агент, модель может соответствовать высокому уровню абстракции (агент – компания, страна), среднему (агент – транспортная единица), низкому (агент – отдельный человек) или сочетать несколько уровней. Таким образом, данная парадигма является наиболее универсальной.

Основным отличием агентного подхода от первых двух является построение модели по принципу снизу-вверх. В зависимости между агрегированными величинами не задаются исходя из знаний о реальном мире, а получаются в процессе моделирования индивидуального поведения десятков, сотен или тысяч агентов, их взаимодействия друг с другом и с объектами, моделирующими окружающую среду. Например, исследование рынка будет происходить не в понятиях совокупного спроса и предложений, а в модели будут зало-

жены возможные реакции отдельного человека на изменение цены, его потребительские характеристики. У агентов появляется возможность «общаться» между собой, обмениваться информацией, предпочтениями, влияя, тем самым, на поведение друг друга. Модель может учитывать пространственные характеристики, взаиморасположение агентов по отношению друг к другу и объектам окружающей среды.

К преимуществам агентного подхода следует отнести: отсутствие предопределенности в поведении системы на глобальном уровне, что может привести к появлению новых гипотез о ее функционировании в ходе симуляции модели; реализм и гибкость в описании системы, возможность моделировать самые сложные нелинейные обратные связи, использовать любой необходимый уровень детализации и абстракции. В АМ отсутствуют ограничения на гетерогенность элементов модели; появляется возможность моделирования общения и обмена информацией.

К потенциальным барьерам для построения агентной модели следует отнести, во-первых, наличие адекватных данных. Как правило, собрать статистику по характеристикам индивидуальных объектов сложнее, чем по агрегированным показателям. Во-вторых, придется определить логику поведения отдельного агента в терминах, доступных для обработки компьютером. Если это сложный объект, например человек, то приходится моделировать такие иррациональные вещи, как психологию поведения, выбора, привычки. С

последними результатами в этой области, используемыми в агентных моделях, можно ознакомиться в статье (8).

В процессе имитационных экспериментов могут возникнуть вычислительные сложности, поскольку агентные модели в среднем требуют больших аппаратных и программных мощностей для проведения симуляций, чем системная динамика или дискретно-событийное моделирование.

Инструменты агентного моделирования

Агентный подход возник в 90-х годах прошлого века изначально в университетской среде США. В связи с этим большинство инструментов предназначалось для академических и учебных целей, многие до сих пор не являются коммерческими продуктами в полной мере. Одной из наиболее популярных разработок такого типа является среда Swarm (www.swarm.org) – коллекция библиотек под язык C, созданная в институте Санта-Фе. Наиболее известными коммерческими инструментами являются среды Ascape, RePast, AnyLogic.

Последний из них является разработкой российской компании XJTechnologies (www.xjtekn.ru). Его конкурентным преимуществом является поддержка всех трех парадигм имитационного моделирования и возможность использования их в рамках одной модели. Также AnyLogic отличает мощное производительное ядро, позволяющее симулировать поведение миллионов агентов; богатые возможности для анимации

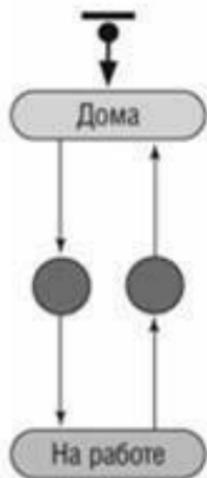
и графического описания модели; поддержка разнообразных типов экспериментов, включая анализ чувствительности, метод Монте-Карло, встроенный оптимизатор OptQuest; возможности интеграции с базами данных, ERP и CRM системами; набор библиотечных объектов из областей логистики, бизнес-процессов, пешеходной динамики.

Информацию по другим инструментам агентного моделирования можно найти на электронном ресурсе (9).

Применение агентного моделирования

Агентный подход является наиболее молодым и потому наименее знакомым российским специалистам. Рассмотрим примеры успешного применения агентного моделирования в маркетинге и бизнесе. К области анализа распространения какого-либо товара, услуг, мнений, рекламы, могут относиться задачи на основе концепций моделирования эпидемиологии. Простейший пример диаграммы, согласно которой моделируется распространение заболевания, изображен на рис.2.3.

Местонахождение



Ход болезни

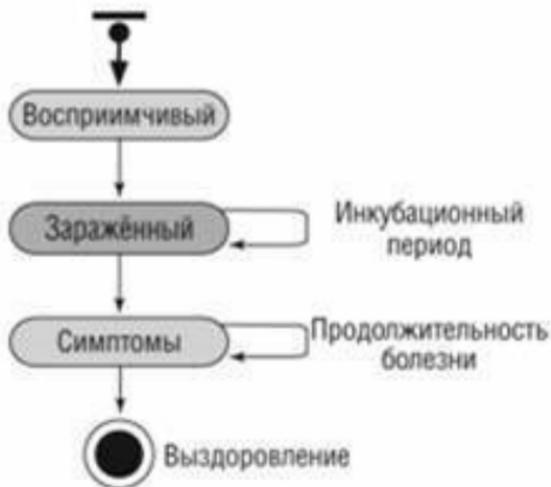


Рис.2.3. Пример диаграммы состояний агента по модели «распространение гриппа»

Одному объекту при этом может соответствовать несколько диаграмм состояний или блок-схем. Из рисунка видно, что при агентном подходе предметом моделирования является поведение отдельного объекта, а глобальное состояние системы является следствием. В эпидемиологии агентный подход позволяет моделировать сложные социальные сети, в том числе с учетом пространственного фактора, контакты между людьми, разную восприимчивость людей и степень их иммунитета. Это позволяет добиваться хороших ре-

зультатов при прогнозировании скорости и характера распространения заболевания (10).

Второй класс задач относится к моделированию рынков, потребительских или финансовых. Агентный подход позволяет сделать акцент на индивидуальные предпочтения, стереотипы поведения потребителей при выборе ими продуктов и услуг. Отдельно выделяют задачи моделирования инноваций в бизнесе, их первоначального распространения на рынке. В четвертую группу относят задачи, связанные с оптимизацией организационной структуры, бизнес-процессов и снижением операционных рисков. Примером задачи первого класса служит моделирование эвакуации при давках в местах массового скопления граждан. Поведение людей в таких ситуациях часто становится иррациональным и не поддается моделированию традиционными методами. Агентный подход зарекомендовал себя для отыскания оптимальных методов эвакуации и минимизации возможных рисков (12). Агентное моделирование часто применяется западными компаниями при проектировании парков развлечений, супермаркетов. В таких задачах оптимизируется геометрическое расположение элементов системы относительно друг друга (например, аттракционов и кафе, или касс и полок с продуктами). Целью может служить увеличение пропускной способности, сокращение времени стояния в очередях, оптимальное расположение рекламных материалов.

Наглядным примером является оптимизированная мо-

дель супермаркета Sainsbury's в западном Лондоне, разработанная компанией SimStore в 1999 году (13). Собрав статистику о предпочтениях посетителей и характерных для них путях следования в магазине, разработчики использовали агентный подход в сочетании с генетическими алгоритмами для улучшения расположения элементов супермаркета. Отметим, что решать подобные задачи аналитическими или статистическими методами крайне затруднительно, и агентное моделирование является одним из немногих возможных средств поддержки принятия решений.

Агентный подход хорошо применим для моделирования функционирования бирж. Результаты торгов зависят от поведения множества независимых людей с различными целевыми функциями, и их поведение логично моделировать в рамках агентного подхода. Подтверждением этому служит, например, модель Bios Group фондовой биржи NASDAQ (14). Модель измерения и минимизации операционных рисков управления активами банка Societe Generale (15) служит примером применения АМ в финансовых институтах и банках.

Бизнес-проблематику, где успешно применяется агентный подход, можно разделить на 4 класса (11). К первому относятся задачи с различного рода потоками. Они могут состоять из людей (проблемы пропускной способности помещений, эвакуации), единиц транспорта (моделирование городского трафика, планировки аэропортов, вокзалов). Часто

для этого применяется дискретно-событийный подход. Если же объекты моделирования слишком разнородны или необходимо учесть их пространственное взаиморасположение, то использование агентного подхода предпочтительнее.

Выводы

Современные инструменты имитационного моделирования позволяют эффективно применять его не только в научных изысканиях, но и в качестве средства для построения систем поддержки принятия решений в бизнесе. Для достижения практически значимых результатов необходимо знать об особенностях и ограничениях каждого из трех существующих подходов.

Выбор той или иной парадигмы должен обуславливаться не столько предметной областью моделирования, а необходимой степенью детализации системы и имеющимися в распоряжении данными. Выбор инструмента моделирования при этом не столь первостепенен. Большинство современных программных средств делает процесс симуляции удовольствием для разработчика, предоставив широкие возможности для анимации и оптимизации моделируемых процессов.

2.2. Поведение сложных динамических систем

Сложные динамические системы, хотя и имеют такие же основные определения, как и системы вообще, однако, они рассматриваются в динамике. Их изменение происходит как во времени, так и по составу элементов. Новые свойства в них рождаются благодаря развитию или рождению новых связей. Они обладают разнообразием таких связей, которые становятся контурами обратной связи, регулируя поведение систем.

Дадим некоторые основные определения теории динамических систем.

Глоссарий

Архетипы – часто встречающиеся системные структуры, генерирующие определенные типы поведения.

Балансирующий цикл (контур, петля) обратной связи – стабилизирующий, стремящийся к определенной цели регулирующий цикл обратной связи, также известный под названиями «отрицательная обратная связь», «петля отрицательной обратной связи», поскольку противодействует любому изменению, которое пытаются вызвать в системе внешние силы.

Пример. Чем сильнее реклама, тем меньше доверия к ней.

Цикл выравнивает, стабилизирует, противостоит изменениям в системе. Балансирующий цикл появляется практически всегда, как противостоящий усиливающему циклу и способствует самосохранению системы. Одновременно балансирующий цикл мешает инновационному развитию.

Динамика – поведение системы или любого ее компонента во времени.

Динамическое равновесие – состояние системы, при котором значение запаса (его уровень или величина) постоянно, не изменяется во времени, несмотря на имеющиеся входные и выходные потоки. Такое состояние возможно только в том случае, если сумма всех входных потоков равна сумме всех выходных.

Запас – скопление определенного вещества или информации в системе по мере ее существования и функционирования. Запас изменяется в ходе функционирования системы. Его можно сравнивать по величине (больше\меньше). Существуют рациональные и иррациональные запасы. Рациональные могут быть измерены, для иррациональных единицы измерения отсутствуют. К примеру, это могут быть социальные системы, погода, настроение.

Запасы имеют свойства. В основном, они могут быть положительными. Положительные запасы имеют пределы роста, рис.2.4. К примеру, "раздача" бюджетного финансирования имеет пределы и провоцирует кризисы; расширение бизнеса может быть ограничено пределами территории.

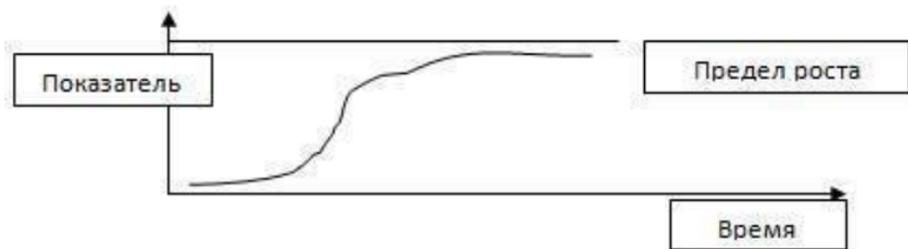


Рис. 2.4. Пределы роста запаса

Запасы регулируются, меняя значение потоков. Запасы меняются медленнее потоков. Если потоки действуют дольше эталонного времени, то возникает инерция. Запасы позволяют потокам не зависеть друг от друга. Запасы являются буфером, смягчающим внешние воздействия. Пример: запас соли делается заранее для устранения проблем с гололедом.

Иерархия, иерархическая структура – внутренняя организация системы, позволяющая составить систему большего размера из меньших систем (подсистем).

Лимитирующий фактор – необходимый для системы входной поток, в определенный момент вызывающий ограничение ее деятельности. Самое сильное действие оказывает входной поток. Лимитирующий фактор может возникать на разных уровнях системы и ее подсистем. У роста всегда будут пределы, либо их установит система, чтобы избежать

разгона, разноса и разрушения. Рождение лимитирующего фактора в системе связано с переходом по линии: "усиление" – "балансирование" – "доминирование".

Линейная зависимость – такая связь между двумя элементами системы, при которой результат всегда пропорционален причине. График линейной зависимости – прямая. Результаты могут суммироваться.

Нелинейная зависимость – такая связь между двумя элементами системы, при которой результат не пропорционален причине. Результаты суммироваться не могут, а график не имеет вид прямой.

Обратимое доминирование – изменение во времени относительной мощности конкурирующих петель обратной связи.

Ограниченная рациональность – логика, приводящая к принятию решений и выполнению действий, имеющих смысл только в части системы, но не разумных и не рациональных в более широких рамках или масштабах большей системы.

Парадигма – совокупность явных и неявных (и часто не осознаваемых) посылок, сложившихся представлений, понятий, подходов и методов исследования, признанных на данном этапе развития науки и господствующих в обществе в течение определенного исторического периода. Смена парадигм может представлять собой эволюционный переход или качественный скачок в развитии науки и общества.

Поток – вещество или информация, входящие в запас или исходящие из запаса в течение определенного времени.

Общая схема динамики системы показана на рис.2.5.



Рис. 2.5. Общая схема динамики систем

Потоки обладают свойствами. Даже если поток меняется быстро, выходной параметр, например, уровень запасов, может меняться медленно, приводя к запаздыванию. Бесконечное увеличение потока невозможно. Оно ограничено его собственными ресурсами. Если потоки действуют дольше, чем время регулирования, то возникает инерция. Это свойство потока называют инерционностью. Пример: после демографического провала возник дефицит детских садов и школ, что привело к "бунтам" мамочек, огромным очередям в школы и детсады.

Самоорганизация – способность системы создавать собственную структуру, породить новые структуры, учиться,

увеличивать разнообразие.

Самоподдерживающая (экологическая) емкость – емкость окружающей природной среды, ее способность выдерживать антропогенные нагрузки, разлагать вредные химические выбросы и переносить иные воздействия в той степени, в которой они не приводят к деградации земель и всей окружающей среды.

Связи – это, то, что объединяет элементы системы в одно целое. Связи между элементами системы могут быть жесткими (таковы они обычно в технике) и гибкими, изменяющимися в процессе функционирования системы, – таковы они в живых существах, в экономике, они могут быть непосредственными и опосредствованными. Наиболее важными являются следующие виды связей: прямые, обратные (инверсные), пропорциональные, линейные и нелинейные, рекурсивные, синергетические, циклические, а по направленности – положительные и отрицательные. Примером прямых пропорциональных связей является пропорциональный рост доходов (чем больше работаем, тем больше доходов) или обратные (чем больше работаем, тем выше доходы, тем выше цены, тем меньше достаток населения). Связи образуют циклы обратной связи.

Прямая инверсная обратная связь – когда чем больше запас, тем меньше подается поток. В нем цикл исходит из запаса и возвращается к нему, рис.2.6.

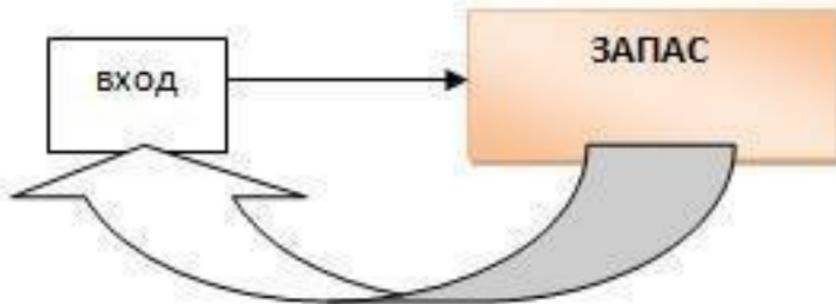


Рис. 2.6. Прямая инверсная связь

Выход также зависит от запаса и реализуется через набор решений, правил, законов и действий, зависящих от запаса, рис.2.7.

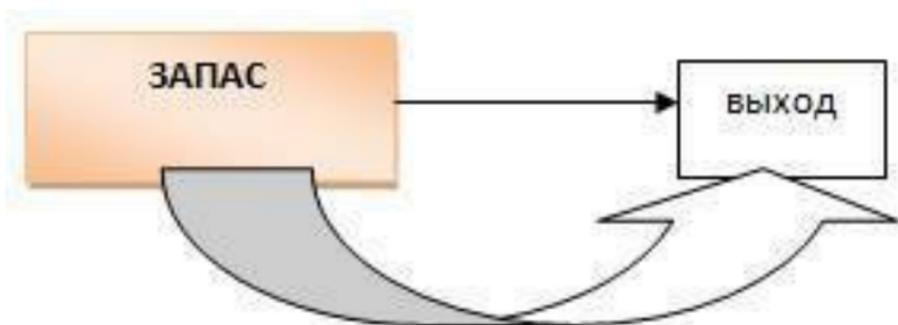


Рис. 2.7. Прямая обратная инверсная связь

Уровень запаса влияет на величину потока, который затем изменяет величину запаса. Термины положительной и отрицательной обратной связей используются в связи с психологической инерцией.

Система – совокупность элементов или частей, упорядоченных определенным образом и связанных друг с другом в структуру, которая демонстрирует характерные типы поведения (что часто называют функцией или назначением системы).

Система с конкурирующими циклами – сочетание регулирующих циклов в системе со сторон входа и выхода запаса может давать разные характеристики системы. Циклы могут быть Б-Б (балансирующий-балансирующий, например, термостат) или Б-У (балансирующий-усиливающий, например, соотношение рождаемости-смертности). Для регулирования потоков в системе задаются правила, рис. 2.8.

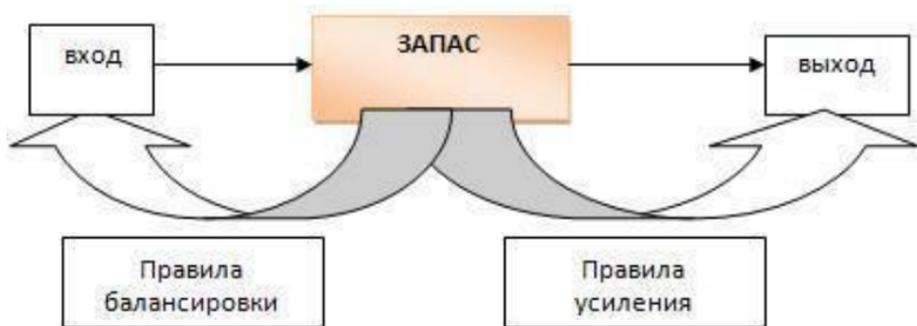


Рис. 2.8. Схема динамической системы с заданными правилами усиления и балансировки

Системно-динамический подход – способ описания и познания окружающего мира, учитывающий, что «всё связано со всем», что взаимосвязи могут носить нелинейный характер и образовывать циклы обратных связей, что система в целом представляет собой нечто большее, чем простая совокупность составляющих ее частей.

Субоптимизация – поведение, возникающее в случае, если цели подсистемы достигаются в ущерб целям всей системы (доминируют над ними).

Упругость, устойчивость, гибкость системы – способность восстанавливаться после внешнего воздействия или возмущения, способность вернуться к прежнему состоянию, восстановить свою структуру после изменения, вызванного внешними силами.

Усиливающий цикл (контур, петля) обратной связи – усиливающий, увеличивающий цикл обратной связи, («положительная обратная связь», «петля положительной обратной связи»), усиливает изменения в системе в том же направлении, что и первоначальное воздействие. Такие контуры также называют «маниакальными» циклами обратной связи, хотя иногда подобные структуры приносят благо, если речь не идет о материальном росте. Пример: начисление на сумму счета, штрафы, пропорциональная система налогооб-

ложения. Такой цикл "раскручивает" сам себя. Если запас иссякает, то иссякает и поток. Если параметр увеличивается, то это приводит к выходу за пределы системы или разрушению системы. Обычно увеличение параметра в цикле ограничено некоторым лимитирующим фактором.

Цикл (контур, петля) обратной связи – механизм (правило, информационный поток или сигнал), позволяющий изменению запаса влиять на поток, входящий в запас или исходящий из него. Он представляет собой цепочку причинных связей, замкнутую вокруг запаса. Причинные связи реализуются через набор решений, правил, физических законов или действий, зависящих от величины самого запаса. Изменение запаса вызывает изменение потока, что, в свою очередь, оказывает воздействие на дальнейшее изменение запаса.

2.3. Принципы системной динамики

Системы

Система – нечто большее, чем просто сумма составляющих ее частей.

Многие взаимосвязи в системах реализуются через потоки информации.

Наименее явная часть системы – ее назначение или цель – оказывает определяющее влияние на поведение системы.

Структура системы определяет ее поведение. Поведение системы проявляется в виде событий, происходящих в определенной последовательности.

Важный момент системной динамики и изучения систем – установление границ системы. Несмотря на то, что изолированных систем нет, но при системном исследовании установление несуществующих границ делает модели неадекватными. Слишком узкие границы не учитывают особенности мягких систем, слишком широкие не позволяют использовать модели.

Запасы, потоки и динамическое равновесие

Запасы и уровни отражают хронологию изменений потоков в системе.

Если сумма всех входных потоков превышает сумму всех выходных потоков, уровень или объем запаса будет расти.

Если сумма всех выходных потоков превышает сумму всех входных потоков, уровень или объем запаса будет уменьшаться.

Если сумма всех выходных потоков равна сумме всех входных потоков, уровень запаса будет неизменным; в таких случаях устанавливается динамическое равновесие.

Запасы можно увеличивать как за счет роста потоков на входе, так и за счет уменьшения потоков на выходе.

Запасы приводят к возникновению запаздываний и служат в системе своего рода буфером, амортизирующим внешние воздействия.

Запасы позволяют входным и выходным потокам не зависеть друг от друга и не уравниваться в течение какого-то времени.

Циклы (контуры, петли) обратной связи

Цикл (петля) обратной связи представляет собой цепочку причинно-следственных связей, исходящую из запаса и возвращающуюся к нему же. Связи реализуются через набор решений, правил, физических законов или действий, зависящих от величины самого запаса. Изменение запаса вызывает изменение потока, в свою очередь, вызывающее дальнейшее изменение запаса, и т. д.

Балансирующие циклы обратной связи служат выравнивающими структурами в системе, позволяют достичь желаемого значения, выполняют функции одновременно источ-

ника стабильности и противодействия изменениям.

Усиливающие циклы обратной связи раскручивают сами себя, приводя к экспоненциальному росту или даже выходу системы за пределы.

Информация, которую передает цикл обратной связи (даже если эта связь не носит физического, вещественного характера), может повлиять только на будущее поведение. Сигнал невозможно доставить настолько быстро, чтобы это позволило скорректировать поведение, вызывающее текущую обратную связь.

В балансирующий цикл обратной связи, направленный на поддержание запаса неизменным, нужно вносить поправку на то, чтобы компенсировать влияющие на него же постоянные утечки, в каком бы направлении они ни происходили. Без такой поправки система "промахнется" мимо желаемого значения, и запас достигнет либо меньшей, либо большей величины.

Системы с одинаковой структурой обратных связей демонстрируют схожие типы поведения.

Обратимое доминирование, запаздывания и колебания

Величина запаздываний и их разница сильно влияют на поведение системы.

Сложное поведение систем часто объясняется переходом доминирования от одного цикла обратной связи к другому.

В этом случае в разные моменты времени поведение системы определяют разные петли обратной связи.

Запаздывание в балансирующем цикле обратной связи приводит систему к колебаниям и далее к ее разгону и разносу. Пример: Автосалон. Запаздывание по покупателям и условиям закупки автомобилей приводит к переходу системы продаж в разнос. Для снижения разбалансировки необходимо согласовывать запаздывание по покупателям и закупкам.

Изменение величины запаздывания может привести к очень серьезным изменениям в поведении системы. Пример. Если вы имеете большое инерционное звено, то реагировать надо, определяя степень инерционности звена, при этом нужно проводить подстройку частоты, а не ее отстройку.

Сценарии поведения и имитационные модели

Системно-динамические модели рассматривают возможные сценарии будущего поведения и отвечают на вопрос «Что, если...?».

Полезность (адекватность) модели зависит не столько от того, реалистичны ли сценарии изменения ее движущих сил (никто за это поручиться не может), сколько от того, реалистичны ли типы поведения, которые она демонстрирует.

Информация, которую передает цикл обратной связи, влияет только на будущее поведение системы. Сигнал невозможно доставить настолько быстро, чтобы можно было скор-

ректировать поведение, вызванное обратной связью.

Ограничения в системах

В физических системах, растущих по экспоненциальному закону, присутствует как минимум один усиливающий цикл обратной связи и как минимум один балансирующий цикл, ограничивающий рост, – ведь ни одна физическая система в конечной окружающей среде не может расти бесконечно.

Невозобновимые ресурсы ограничены объемами запасов.

Возобновимые ресурсы ограничены скоростью воспроизводства.

Устойчивость, упругость, самоорганизация и иерархическое строение

У способности системы к самовосстановлению и устойчивости всегда есть пределы.

Системами нужно управлять, уделяя внимание не только производительности или стабильности. Необходимо поддерживать их устойчивость и упругость.

Системы часто обладают свойством самоорганизации – способностью выстраивать собственную структуру, создавать новые структуры, учиться, видоизменяться, усложняться. Примером является снежинка – цикл обратной связи создается или разрабатывается собственной системой. Фрактал снежинки является ее двигателем, сама система провоцирует создание структуры.

Иерархические системы развиваются с самого нижнего уровня. Исходная цель верхних уровней иерархии состоит в том, чтобы помогать нижним уровням достигать своих целей.

Развитие иерархии в рождающихся системах идет от элементов с последующей их иерархизацией. Появляются элементы 1-го уровня, 2-го уровня и т.д.

Наиболее неустойчивы модельные системы, поскольку в случае повреждений одного модуля другие не затрагиваются.

Причины неожиданного поведения систем

Многие взаимосвязи в системах нелинейны. Отдельных, изолированных систем не существует. Мир непрерывен. Где провести искусственную границу вокруг системы, зависит от того, какая перед нами цель.

В любой момент времени для системы наиболее важен тот входной поток, который оказывает самое сильное лимитирующее воздействие.

Любой существующий объект или система со многими входными и выходными потоками окружены пределами, распределенными по разным уровням.

У роста всегда будут пределы.

Величина, растущая по экспоненциальному закону, достигает предела или сталкивается с ограничением удивительно быстро.

Если в циклах обратной связи есть длительные запаздывания, то для управления системой необходимо умение предвидеть.

Ограниченная рациональность каждого участника системы может приводить к решениям, которые вовсе не благоприятны для системы в целом.

Модели

Все, что мы знаем о мире, есть модель.

Наши модели очень хорошо соотносятся с реальностью.

Наши модели очень далеки от того, чтобы представлять мир во всей его полноте.

Линейное и нелинейное мышление

Чаще всего можно встретиться с линейным мышлением, когда выводятся простые линейные взаимосвязи и строятся однобокие механические причинно-следственные цепочки. Так, расчеты вырубki и произрастания древесины не учитывают множество влияющих факторов. Яндекс не показывает реальные пробки, поскольку навигаторы установлены не у всех машин. Известен удивительный факт, с которым не могут смириться думающие линейно бизнесмены: независимо от вложений исчерпание месторождений происходит в один и тот же срок, рис.2.9.

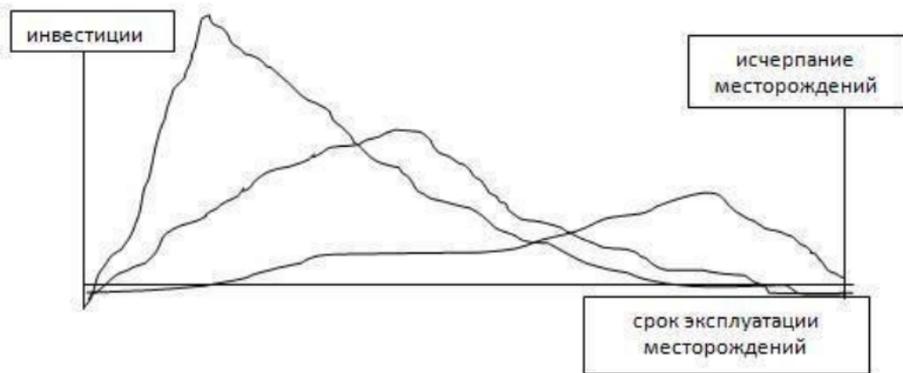


Рис. 2.9. Исчерпание месторождений по Д. Медоузу.

Однако большинство процессов является нелинейными. Привычка мыслить нелинейно является источником неправильного понимания систем.

Нелинейность в сложных системах обусловлена наличием цикло-обратной связи, которые изменяют свою мощность. Как правило, они зависят от внешних факторов.

Структура системы определяет ее поведение и проявляется в виде факторов или событий в определенной последовательности. Цели системы в основном являются наименее видной частью, тогда как события и факты являются наиболее заметной частью, но наименее влияющих на поведение системы.

Поведение сложных систем также связано и с ограниченной рациональностью и трудностью понимания процессов в

них. В основном она наблюдается в таких системах, как социальные, а также бизнес и рыночные системы. Ее источниками являются неполнота информации, запаздывание, а также то, что действия подсистем часто противоречат действиям и целям системы. Обратные связи, их искажения и запаздывания приводят к тому, что решения, которые делаются в подсистемах, не благоприятны для системы в целом.

Устойчивость к внешним воздействиям

Это одно из ключевых свойств сложных систем, как и способность к самовосстановлению. Это и устойчивость бизнеса и компаний, способность этноса восстанавливаться и способность государства охранять свои границы и быть устойчивым перед внешними воздействиям. Для обеспечения устойчивости требуется перевод балансирующего цикла в устойчивый. Пример: Для устойчивой торговли на Форексе требуется вложить не менее 10.000 Долларов.

Способность к восстановлению имеет пределы. Для сохранения устойчивости системы необходимо:

1. определить усиливающий и балансирующий циклы;
2. разработать способы, как наиболее предпочтительный цикл сделать доминирующим с учетом имеющихся пред условий, чтобы либо создать, либо устранить условия самовозбуждения.

Запасы – это основа любой системы. Те элементы в системе, которые можно увидеть, ощутить, количественно оце-

нить или непосредственно измерить в любой момент времени, присутствуют в системе в виде запасов. Запас (или уровень) – это то, что имеется в определенном количестве, накоплено за какой-то период времени, запасено в материальной форме или в виде информации. Это может быть уровень воды в бассейне, численность населения, количество книг в книжном магазине, объем древесины, содержащейся в дереве, сумма на счете в банке или даже уровень вашей уверенности в себе. Запас не обязательно имеет физическое воплощение. Гудвил, имя бренда, стоимость нематериальных активов и даже ваша доброжелательность по отношению к окружающим и уверенность в том, что мир может стать лучше, тоже могут быть своеобразными уровнями.

Запасы и уровни отражают хронологию изменений потоков в системе.

Уровни меняются во времени в результате работы потоков. Потоки могут быть входящими (увеличивающими уровень) или исходящими (понижающими уровень). Рождаемость и смертность, закупки и продажи, рост и разложение, вложение денег в банк и отзыв вклада, ряд успехов и череда неудач – все это потоки. А запас или уровень отображают собой хронологию изменений этих потоков в системе.

Наиболее важная часть при анализе динамических систем – анализ запасов. Мы подробнее остановимся на двух наиболее характерных типах запасов и их влиянии на поведение сложных систем.

2.4. Запасы

Запасы бывают невозобновимые и возобновимые.

Невозобновимые ресурсы ограничены объемами запасов. Имеющиеся запасы можно израсходовать лишь один раз. Их можно извлекать с любой скоростью (как правило, ограниченной только величиной капитала добывающей отрасли). Однако из-за того, что ресурс невозобновим, запасы не восполняются, и чем выше скорость добычи, тем меньше срок, на который хватит этого ресурса.

Возобновимые ресурсы ограничены скоростью воспроизводства. Они могут поддерживать добычу или производство неограниченно долго, но только в конечных пределах, определяемых скоростью возобновления. Если ресурс извлекается быстрее, чем возобновляется, то в определенный момент он может достичь критического предела и превратиться в невозобновимый с практической точки зрения ресурс.

Невозобновимый запас

Для начала давайте проанализируем систему капитала, который делает деньги на добыче невозобновимого ресурса, на примере нефтяной компании, которая открыла новое месторождение нефти. Структура системы показана на рис.2.10.

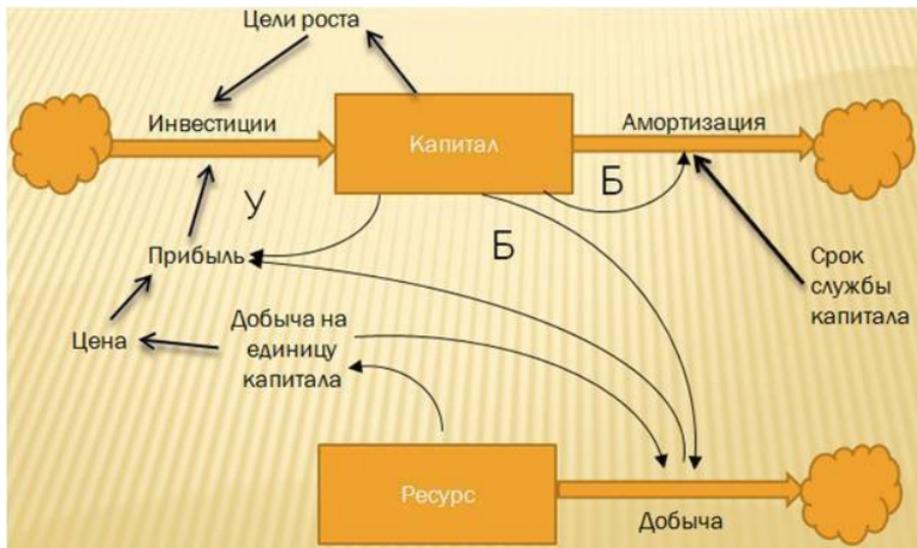


Рис. 2.10. Структура системы оборота капитала невозобновимого ресурса.

На рис.2.10 показан производственный капитал, его усиливающий цикл обратной связи, ограничиваемый невозобновимым ресурсом. Схема на рис.2.10 может показаться сложной, но она всего лишь описывает систему с растущим капиталом, в ней используется «прибыль» вместо «производства продукции». Управляющий цикл амортизации – это хорошо всем знакомый балансирующий цикл обратной связи: чем больше величина производственного капитала, тем больше станков и оборудования изнашивается и приходит в негодность, что уменьшает величину производственного ка-

питала. В этом примере срок службы производственного капитала – оборудования для нефтедобычи и нефтеперегонки – составляет 20 лет, то есть ежегодно $1/20$ капитала (5%) уходит на амортизацию. Капитал восстанавливает свою величину за счет прибылей, получаемых от добычи нефти. Схема имеет усиливающий цикл: чем больше капитал, тем больше добывается нефти, тем больше прибыль, которую можно реинвестировать. Допустим, компания стремится к ежегодному росту капитала на 5%. Если прибыли недостаточно для обеспечения 5%-го роста, то компания реинвестирует всю прибыль, которой располагает.

Прибыль – это доходы компании за вычетом расходов. Доходы рассчитываются как произведение количества добытой нефти на ее рыночную цену. Расходы рассчитываются как затраты капитала на добычу (энергию, рабочую силу, различные виды сырья, необходимого для работы, и т. п.). Расчеты ведутся на единицу производственного капитала. Ради упрощения можно считать цену и затраты на единицу капитала постоянными.

В отличие от них, добыча нефти на единицу капитала совсем не обязательно постоянна. Поскольку ресурс невозобновим (нефть в природе не восполняется), то у запаса отсутствует входной поток. По мере выработки месторождение истощается, нефти становится меньше, и каждый последующий баррель добыть все труднее, он обходится все дороже. Оставшаяся нефть залегает глубже, ее месторождения бед-

нее и более разрозненны; падает и давление, которое позволяет поднимать нефть на поверхность. Чтобы поддержать добычу на прежнем уровне, приходится прибегать к все более изощренным и дорогостоящим техническим методам.

Таков балансирующий цикл обратной связи, и он, в конце концов, остановит рост капитала. Чем больше капитал, тем выше скорость добычи. Чем выше скорость добычи, тем меньше становится запас. Чем меньше запас, тем меньше добыча нефти на единицу капитала, тем меньше прибыль (если принять цену неизменной), и тем ниже объем реинвестирования, поэтому рост капитала замедляется. Можно сказать, что истощение ресурса увязано через цикл обратной связи с затратами на добычу и с эффективностью работы капитала. В реальной жизни действительно сказываются оба фактора. В обоих случаях модель последующего поведения одна и та же – классическая динамика истощающегося ресурса. Графики показаны на рис.2.11.

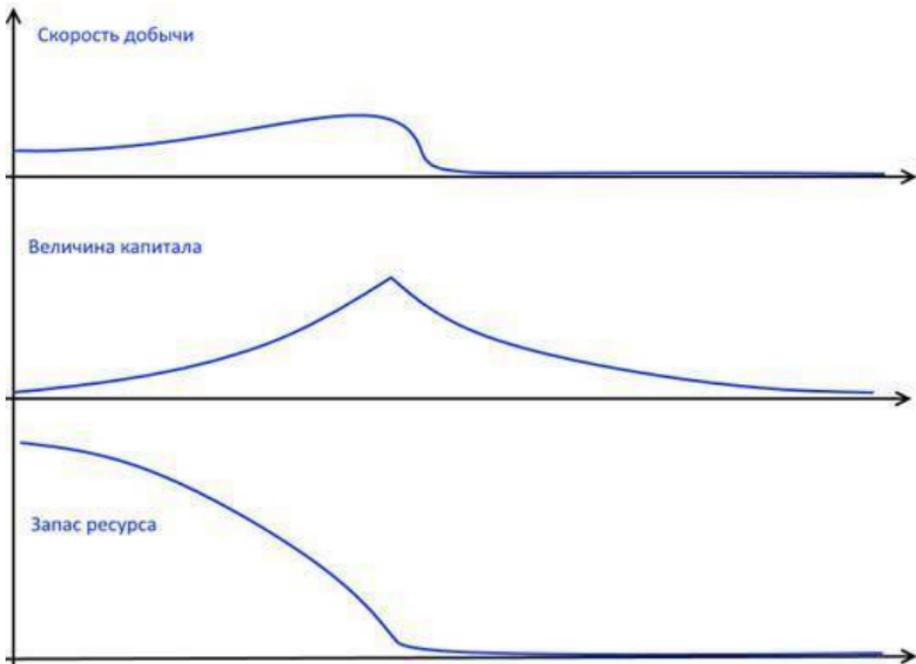


Рис. 2.11. Динамика истощающегося ресурса

Добыча ресурса (А) позволяет получить прибыль, которая вкладывается в рост капитала (Б), однако параллельно с этим происходит истощение невозобновимого ресурса (В). Чем больше величина капитала, тем быстрее истощается ресурс.

Что произойдет, если вдруг окажется, что запасы ресурса вдвое больше, чем оценивали геологи? Или даже в 4 раза больше? Действительно, тогда суммарное количество добытой нефти будет гораздо больше. Однако при реинвестировании

нии 10% в год капитал будет расти на те же 5% ежегодно. Это приведет к тому, что вдвое больших запасов хватит лишь на 14 дополнительных лет – и тогда все равно будет пройден максимум добычи. Всем сообществам и странам, зависимым от добывающей отрасли, удастся получить выигрыш лишь в 14 лет (соответствующие графики показаны на рис.2.12).

Для тех, кто управляет добычей невозобновимого ресурса, вопрос стоит так: обогатиться ли максимально быстро или получать доходы в меньшем количестве, зато более продолжительное время? График на рис. показывает изменение скорости (объемов) добычи со временем, при этом сравниваются варианты с разными скоростями роста капитала – 1%, 3%, 5% и 7% в год (имеется в виду превышение инвестирования над амортизацией). При ежегодном росте порядка 7% максимум добычи достигается уже через 40 лет, хотя раньше считалось, что ресурса хватит на 200 лет.

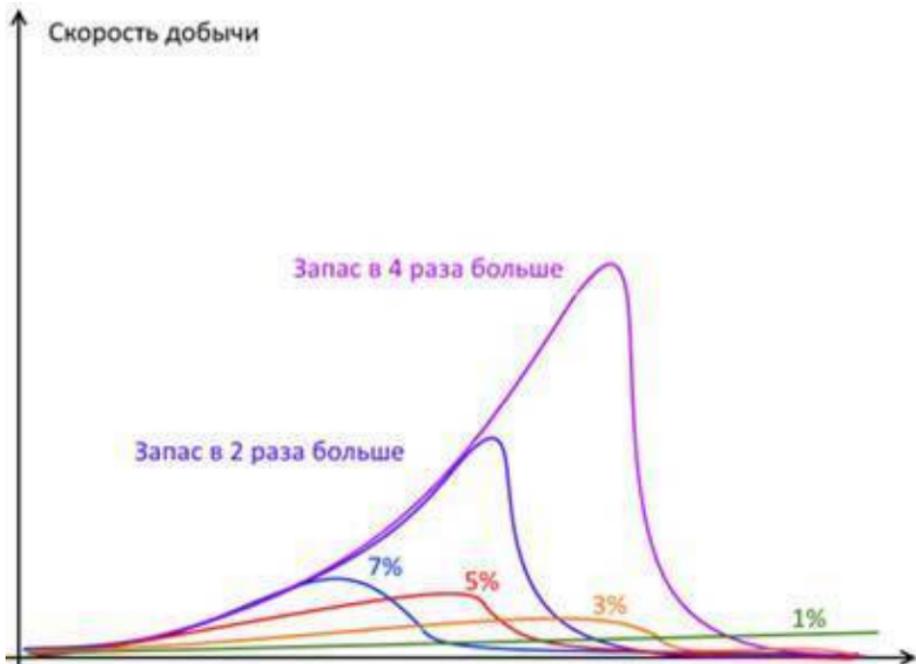


Рис. 2.12. Структура капитала и изменение во времени основных элементов системы.

Из рис. 2.12 следует, что добыча ресурса при условии, что его запасы оказываются в 2 и в 4 раза больше, чем оценивалось вначале. Каждое увеличение запасов ресурса вдвое означает лишь отсрочку приблизительно на 14 лет, а затем все равно будет пройден максимум добычи и начнется спад. Система проходит максимум в добыче ресурса тем быстрее, чем большая доля прибыли реинвестируется в увеличение капитала.

Для любой динамики истощения невозобновимых ресурсов верно утверждение: чем больше исходный запас ресурсов, чем больше открывается новых месторождений, чем дольше циклам, ответственным за рост, удастся действовать до достижения ограничений, чем больший капитал будет накоплен и чем быстрее будет извлекаться ресурс, тем раньше наступит экономический спад и тем быстрее и резче он будет после того, как максимум пройден. Если только, конечно, экономика к тому времени не перейдет на возобновимые источники.

Возобновимый запас

Пусть капитал остается таким же, как и в прошлом случае, однако, теперь к системе добавится входной поток, пополняющий запасы ресурса, – теперь мы рассмотрим возобновимый ресурс. Примером возобновимого ресурса могут быть запасы промысловой рыбы. Производственным капиталом в этом случае будут суда рыболовецкого флота. Возобновимым ресурсом можно считать строевой лес с лесопильными заводами, пастбища и животноводческие фермы...

Возобновимые ресурсы, относящиеся к живой природе – рыба, леса, пастбищные травы – могут воспроизводить сами себя в соответствии с усиливающим циклом обратной связи. Возобновимые ресурсы, не относящиеся к живой природе – солнечный свет, ветер, гидроресурсы – возобновляются не из-за усиливающего цикла обратной связи, а благодаря

постоянному притоку, пополняющему запасы ресурса независимо от того, какова их величина в настоящее время. Такая же «структура возобновляемого ресурса» свойственна и эпидемиям простудных вирусных заболеваний. Их жертвы выздоравливают, чтобы в будущем в какой-то момент снова подхватить простуду. Продажи тех видов продукции, в которых потребители нуждаются постоянно, тоже своего рода системы возобновимого ресурса: количество потенциальных потребителей постоянно возобновляется. Даже нашествие насекомых, поедающих растения не целиком, а лишь частично, тоже носит такой характер: растение затем регенерирует, и насекомым снова есть чем питаться. Во всех перечисленных случаях существует входной поток, пополняющий запасы ресурса, как это отражено на рис.2.13.

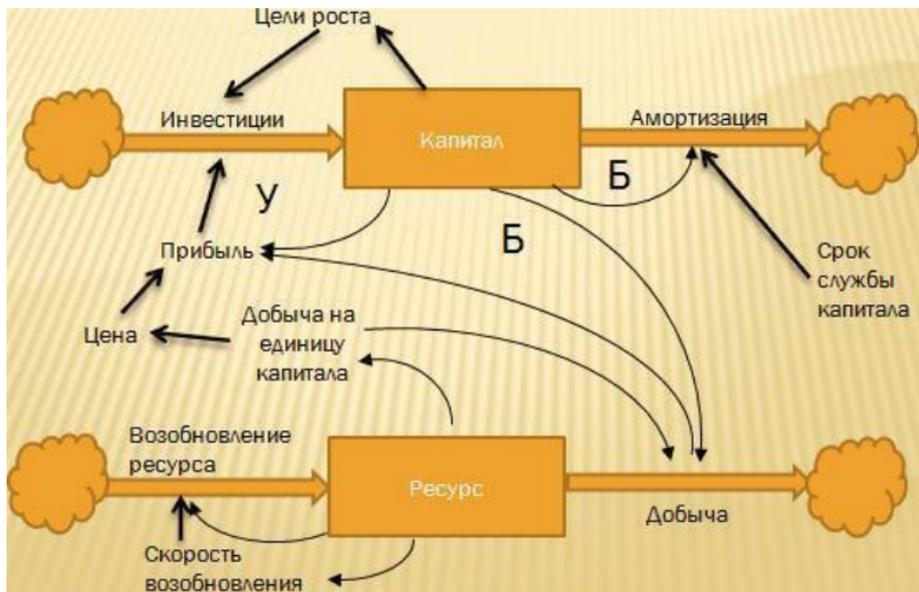


Рис. 2.13. Производственный капитал с усиливающим циклом обратной связи ограничивается возобновимым ресурсом

Будем использовать в качестве примера рыболовецкую отрасль. Снова положим срок службы капитала равным 20 годам, и отрасль будет стремиться расти со скоростью 5% в год. Как и с невозобновимыми ресурсами, предположим, что цена будет расти тем сильнее, чем меньше остается ресурса, то есть чем дороже обходится его добыча. Чтобы выловить оставшиеся разрозненные косяки рыбы, необходимы большие рыболовецкие траулеры: они оснащены эхолотами для

поиска рыбы, их можно направить даже к самым удаленным местам лова. Либо придется использовать огромные, многокилометровые дрейфтерные сети. Либо необходимы сейнеры-рефрижераторы, чтобы выловленную рыбу можно было замораживать прямо на борту и затем доставлять на большие расстояния. Все это ведет к очень большим затратам.

Скорость возобновления рыбных ресурсов – не постоянная величина: она зависит от количества рыбы в определенной зоне, точнее, от плотности рыбной популяции. Если плотность популяции слишком велика, то скорость воспроизводства падает почти до нуля – ограничивающими факторами выступают доступная пища и место обитания. Если популяция рыбы меньше, то воспроизводство идет более быстрыми темпами, поскольку в экосистеме остается больше свободного места и доступно больше питательных веществ, которыми можно воспользоваться. Существует определенное значение плотности, при котором скорость воспроизводства максимальна. Если же плотность совсем низка, то воспроизводство не только не ускоряется, а наоборот, снижается еще больше – из-за того, что особи не могут найти партнеров для размножения, либо потому, что соответствующую экологическую нишу уже занял какой-то другой биологический вид.

Такая упрощенная модель экономики рыболовецкой отрасли имеет три нелинейных управляющих зависимости: цена (чем меньше остается рыбы, тем дороже обходится ее вылов); скорость воспроизводства (если плотность популяции

рыбы недостаточна или наоборот, слишком высока, то скорость воспроизводства низка); добыча на единицу капиталовложений (характеризующая общую эффективность технологий и способов лова).

На рис. 2.14 показан один из них.

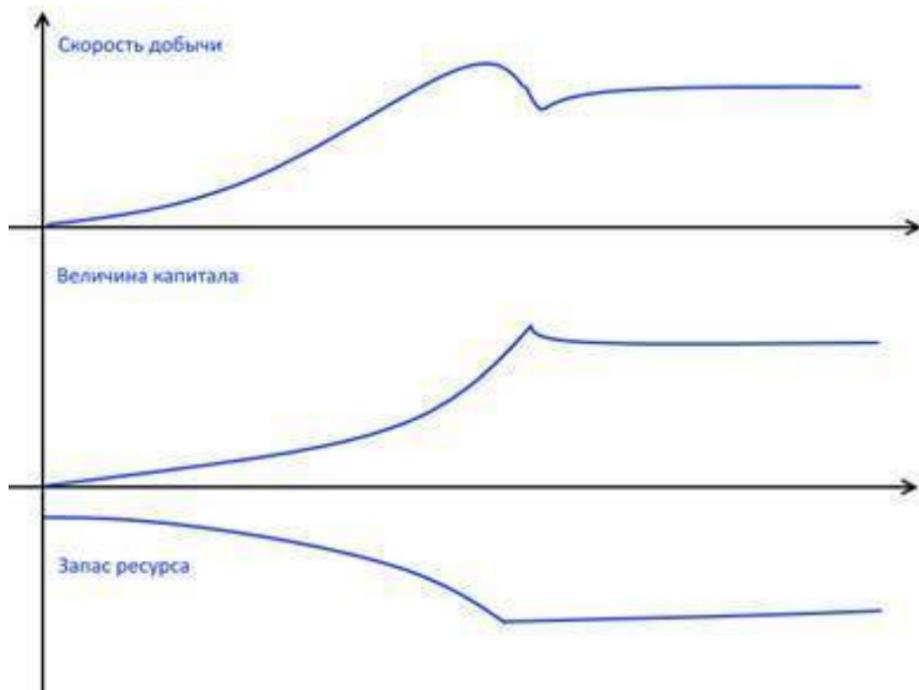


Рис. 2.14. Модель возобновляемого ресурса на примере рыболовецкой отрасли

Годовой улов (A) позволяет получить прибыль, которая,

в свою очередь, позволяет увеличить производственный капитал (Б). После незначительного выхода за предел объемы вылова стабилизируются на определенном значении. Постоянный объем вылова приводит к тому, что запасы ресурса (В) также стабилизируются на определенном значении.

Из графиков на рис. видно, что поначалу капитал и объемы вылова экспоненциально растут. Популяция рыбы (запас ресурса) уменьшается, однако за счет этого возрастает скорость воспроизводства. На протяжении целых десятилетий ресурс может поддерживать экспоненциально растущие объемы лова. Однако в какой-то момент вылов превышает допустимый предел, и популяция рыбы становится слишком мала, чтобы лов был экономически целесообразен. Рыболовецкий флот перестает окупаться. Балансирующий цикл обратной связи через снижение улова и последующее уменьшение прибылей быстро приводит к уменьшению инвестиций в производственный капитал, что приводит размеры рыболовецкого флота в соответствие с остающимися рыбными запасами. Флот не может расти бесконечно, хотя существует принципиальная возможность достичь высокого стабильного уровня вылова и поддерживать его сколь угодно долго, рис. 2.15.

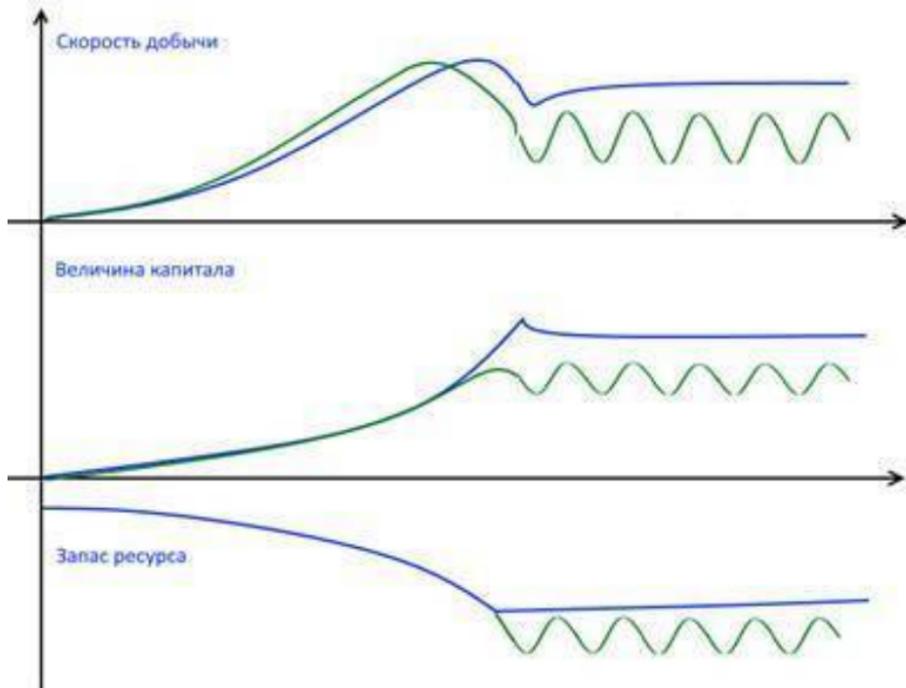


Рис. 2.15. Модель стабилизации системы при небольшом воздействии на систему (на примере рыболовецкой отрасли)

Годовой улов (А) позволяет получить прибыль, которая, в свою очередь, позволяет увеличить производственный капитал (Б). После незначительного выхода за предел объема вылова стабилизируются на определенном значении. Постоянный объем вылова приводит к тому, что запасы ресурса (В) также стабилизируются на определенном значении

Более сложная картина будет наблюдаться, если уровень

дестабилизирующего воздействия будет высоким, рис. 2.16.

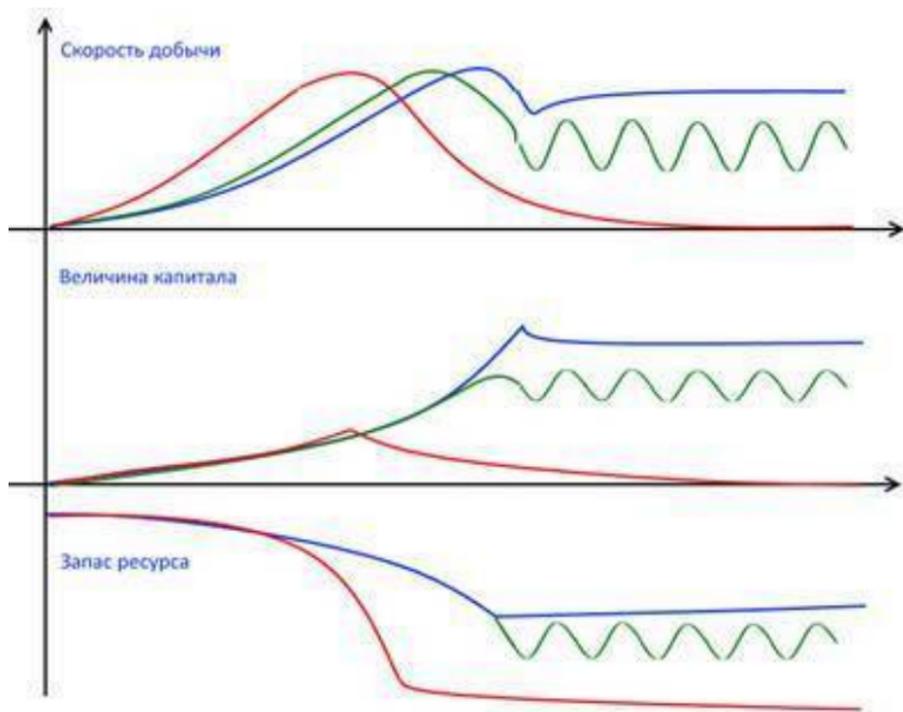


Рис. 2.16. Изменение модели поведения при изменении уровня добычи (на примере рыболовецкой отрасли)

Небольшое увеличение улова на единицу капитала (заштрихованная область) – в данном случае достигаемое за счет более эффективных технологий лова – приводит к совершенно иной модели поведения: сначала происходит существенный выход за пределы, затем колебания около неко-

ей стабильной величины вылова (А), запаса производственного капитала (Б) и запаса самого рыбного ресурса (В).

Из рисунка видно, как принцип рычага применяется там, где его не следует применять. Технологическое усовершенствование, которое, казалось бы, должно привести рыболовецкую отрасль к процветанию, на самом деле ведет систему к нестабильности. Возникают колебания.

Если технологии будут совершенствоваться и дальше, то суда смогут вести лов с приемлемой рентабельностью даже при очень низкой плотности рыбной популяции. Результатом может стать практически полное истощение рыбного ресурса и, вслед за этим, распад самой рыболовецкой отрасли. Последствия этого для морских экосистем подобны процессам опустынивания на суше. Руководствуясь исключительно практическими соображениями, рыбный ресурс из возобновимого превратили в невозобновимый. В некоторых регионах планеты так и произошло.

Во многих экономических системах, основанных на реально существующих возобновимых ресурсах, – в отличие от нашей сильно упрощенной теоретической модели – даже очень небольшая оставшаяся популяция потенциально может разрастись и восстановить свою прежнюю численность при условии, что производственный капитал исчез и ловля прекратилась. Тогда тот же самый тип поведения может повториться спустя десятилетия. Подобные очень продолжительные циклы восстановления после практически полного

истощения ресурса наблюдались, например, в деревообрабатывающей промышленности Новой Англии (США) – в настоящее время идет уже третий цикл, состоящий из последовательных этапов роста, чрезмерной вырубki, упадка отрасли и последующего продолжительного периода восстановления. Но так может происходить далеко не со всеми популяциями. Чем совершеннее технологии добычи, чем выше их эффективность, тем больше риск того, что ресурс будет исчерпан полностью, без возможности последующего восстановления.

Интересным примером работы этой модели в экономических системах может быть модель истощения финансовых пирамид, когда последние члены, вступившие в пирамиду, не получают ничего, поскольку будет исчерпан общий ресурс системы. Правда, до этого момента в связи с ужесточением законодательства многие владельцы пирамидальных платформ уже оказываются за решеткой.

Может ли возобновимый ресурс в принципе восстановиться после чрезмерного использования, зависит от того, что происходит в тот период, когда ресурс уже сильно истощен. Слишком маленькая популяция рыбы будет очень уязвима перед неблагоприятными факторами: загрязнениями, штормами, нехваткой генетического разнообразия... Если речь идет о лесах или пастбищных угодьях, то обнажившиеся почвы могут быть окончательно разрушены эрозией. Опустевшие экологические ниши могут оказаться занятыми

конкурирующими биологическими видами. Лишь в некоторых случаях истощенный ресурс имеет потенциал для выживания и самовосстановления. В экономике такое наблюдается в момент выхода из кризиса, когда бизнес-монстры старых технологических укладов умирают и уступают либо новым бизнес моделям, либо успевают перестроиться и в большей степени соответствовать окружающей деловой и потребительской среде.

Существует три варианта поведения систем, основанных на возобновимом ресурсе:

1. выход за пределы с последующим возвращением к устойчивому динамическому равновесию;
2. выход за пределы с последующими колебаниями около равновесного значения;
3. выход за пределы, приводящий к полному истощению ресурса и, соответственно, к упадку и исчезновению отрасли, основанной на этом ресурсе.

Какой вариант реализуется на практике, зависит от двух факторов. Первый – это пороговое значение, после которого способность популяции к восстановлению уже необратимо утрачена. Второй – скорость и эффективность работы балансирующего цикла обратной связи, который замедляет рост капитала по мере истощения ресурса. Если обратная связь срабатывает достаточно быстро и успевает остановить рост капитала до того, как будет пройдено пороговое значение, то система постепенно придет к равновесию. Если балансиру-

ющий цикл работает медленно и недостаточно эффективно, то в системе возникнут колебания. Если же балансирующий цикл слаб и совсем неэффективен, тогда капитал будет расти даже тогда, когда ресурс истощится и когда будет утрачена всякая возможность восстановления. В этом случае перестанет существовать и ресурс, и связанная с ним отрасль.

Физический рост не может продолжаться бесконечно. Его ограничивают пределы, налагаемые и возобновимыми, и невозобновимыми ресурсами. Но на динамике систем эти ограничения сказываются по-разному, поскольку различия могут быть и в запасах, и в потоках.

Вся сложность в том, как распознать в системе структуры, в которых изначально заложены подобные типы поведения, и условия, в которых они проявятся. Это непростая задача для любых сложных систем. Итоговая цель еще сложнее: изменить эти структуры и условия таким образом, чтобы уменьшить вероятность разрушительного поведения и обеспечить все возможности для благоприятного развития событий.

2.5. Системные ловушки

Термин "Системные ловушки" разработан одной из наиболее значимых исследователей системной динамики Донеллой Медоуз (см. Донелла Медоуз, Деннис Медоуз, Йоргсп Рандерс, «Пределы роста. 30 лет спустя». М.: «Академкнига», 2008. 344 с.). Благодаря ей удалось объединить такие разные виды анализа как причинно-следственный, потоковый анализ и предложить новые модели развития систем, особенно хорошо приложимые для проблем бизнеса и маркетинга.

Чтобы перейти к системным ловушкам, сначала мы дадим некоторые вводные понятия из теории системной динамики, предложенные Д.Медоуз, и далее покажем, как они работают для "вылавливания" и устранения системных ловушек.

Сопротивление внешнему влиянию

Различные участники системы пытаются изменить запас каждый в свою сторону. Любые действия участников, особенно, те, которые окажутся эффективными, приведут лишь к тому, что запас изменится в сторону от целей других участников системы, что породит дополнительное сопротивление. Пример: повышение налогов или антиалкогольная кампания. Результат не нравится никому, но все прилагают усилия, чтобы его сохранить, рис.2.17.

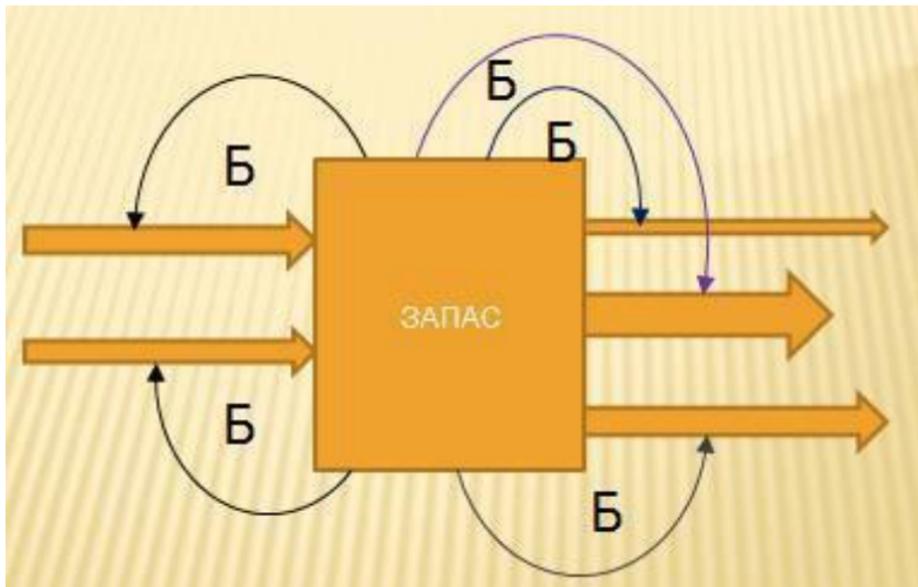


Рис. 2.17. Схема балансирующих циклов

Балансирующие циклы возвращают запас обратно. При изменениях в балансирующих циклах происходит уравнивание потока, и запас приходит к равновесию.

Чтобы выйти из ловушки, нужно собрать всех участников и перенаправить их силы с взаимного противостояния на достижение целей каждого путем, приемлемым для всех сторон. Или поставить более важную цель, которая стала бы общей для всех участников. Нужно пробовать договориться об уровне запасов и снять давление. Характерный пример

– регулирование сезонных запасов сельхозпродукции и тем самым регулирование цен.

Эскалация конфликта

Когда значение одного запаса меняется при попытке пре-
взойти значение другого запаса (и наоборот), в системе ра-
ботает усиливающий цикл обратной связи. Он вызывает гон-
ку вооружений, погоню за материальными благами, войну
компроматов, перекрикивание друг друга, всё большее на-
силие. Эскалация всегда экспоненциальна и может чрезвы-
чайно быстро привести к выходу за пределы. Если ничего не
предпринимать, то всё кончится катастрофой для какой-то
из сторон, ибо экспоненциальный рост не может длиться
вечно, рис.2.18.

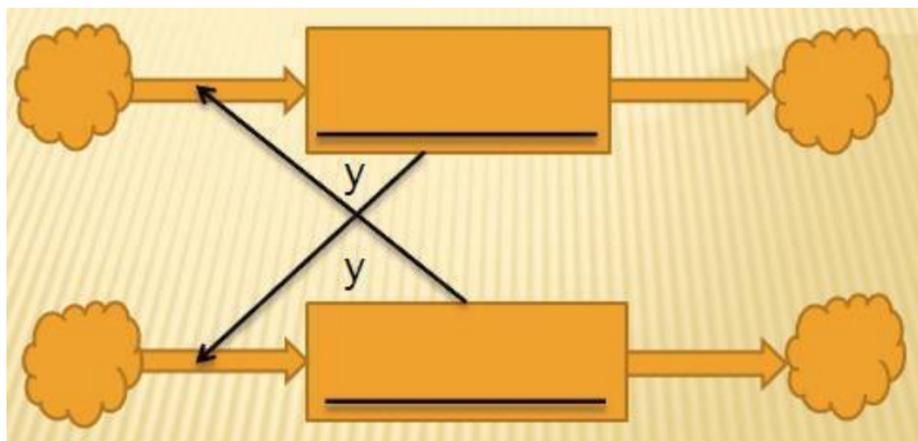


Рис. 2.18. Схема усиливающего цикла

Значение одного запаса меняется при попытке обойти значение другого запаса, и наоборот. В системе возникает усиливающий цикл. Поскольку экспоненциальный рост не может длиться вечно – одна из систем вскоре будет разрушена. Пример: гонка вооружений. Уровень запасов увеличивается у обеих конкурирующих сторон. Выигрывает тот, кто имеет большую экономическую силу.

Для выхода из ловушки, можно определить общую цель. Если этого не удастся, можно в одностороннем порядке отказаться от соревнования, разорвав таким образом усиливающий цикл. Или можно договориться с другой стороной, чтобы образовать новую систему с балансирующими циклами, которые не дадут эскалации выйти за рамки разумного. Еще одним решением является предвидеть такое развитие, не вступать в усиливающий цикл и давать асимметричные ответы.

Характерный пример. Известный выпуск Ералаша: "У кого родственники круче..."

Трагедия общин

Когда ресурс находится в общественном пользовании, каждый потребитель получает непосредственные блага от его использования. Но при злоупотреблении ресурсом негативные последствия распределяются на всех потребителей.

Из-за этого обратная связь от состояния ресурса к потребителям, принимающим решения, очень слаба. В результате ресурс используется слишком интенсивно; он истощается, пока не разрушается полностью, становясь недоступным для всех, рис.2.19.

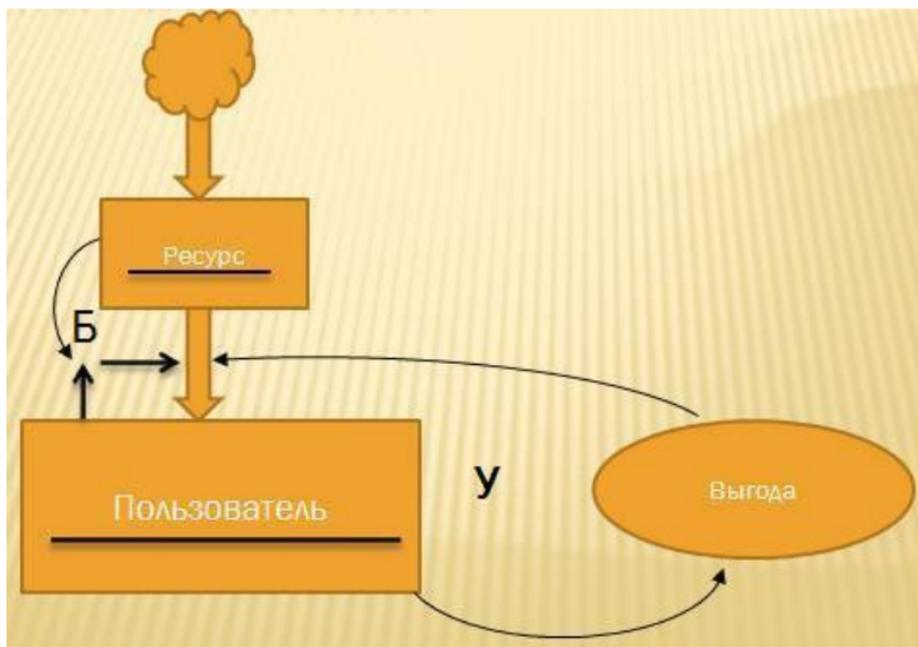


Рис. 2.19. Взаимодействие балансирующего и усиливающего цикла по типу "Трагедия общин"

Когда выгоду от ресурса получает каждый пользователь, а негативные последствия распространяются на всех, то ба-

лансирующий цикл, ограничивающий потребление ресурса слабее усиливающего цикла, стимулирующего потребление. В результате ресурс быстро иссякает, от чего страдает каждый пользователь, рис.2.20.

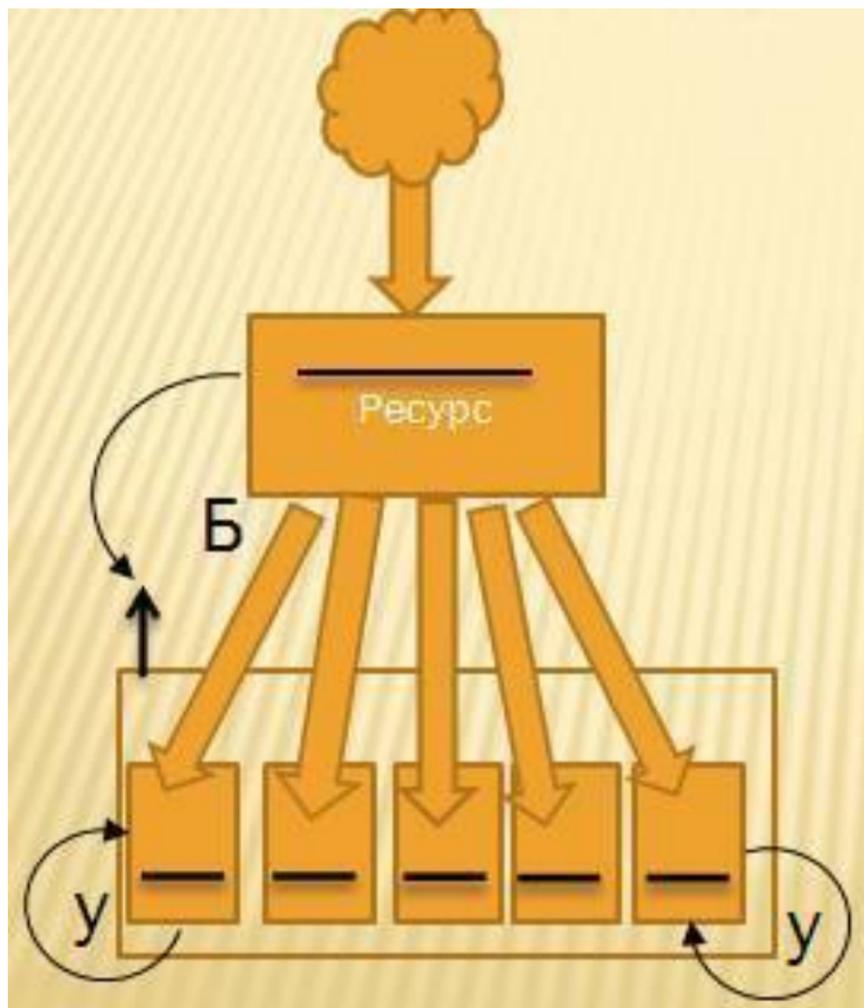


Рис. 2.20. Истощение ресурса при взаимодействии по типу "Трагедия общин"

Для выхода из ловушки, необходимо создать зависимость между скоростью потребления ресурса и негативными последствиями от этого.

Решение:

- наладить балансирующий цикл;
- провести ограничение ресурса (пространственное, временное и пр.);
- увеличить тариф на потребление ресурса.

Например, это могут быть следующие методы: приватизировать ресурс, или лимитировать его по времени. Тогда каждый потребитель будет ощущать на себе прямые последствия собственных действий. Для тех ресурсов, которые приватизировать невозможно, необходимо регулировать доступ потребителей к ним.

Характерный пример: добровольное ограничение потребления ресурса, квотирование, установление ограничивающих наценок на ресурс, очереди и пробки из-за низкой пропускной способности автомагистралей, дорог, вагонов РЖД и др. Пример решения вопросов по пробкам: установление лимита на семью по машинам; развитие общественного транспорта; запреты от ГИБДД; разрешение на выезд по четным дням – четные номера, по нечетным – нечетные номера;

запрет на выезд в центр; кольцевые дороги.

Успех к успеху

Если в системе существуют правила, по которым победители получают больше шансов, то возникают усиливающие циклы, рис.2.21. Они приводят к тому, что, в конце концов, победители получают все, а проигравшие исчезают. Или победитель получает шансы на дальнейшую победу. После чего система оказывается в тупике. Примером является игра Монополия или ритейл в целом. Чем больше гипермаркет, тем больше шансов заполучить потребителя. Однако, если богатый открывает свой магазин в бедной деревне, то из-за отсутствия спроса его придется закрыть. Поэтому гипермаркеты часто запрещают в городах с населением менее 50.000 человек.

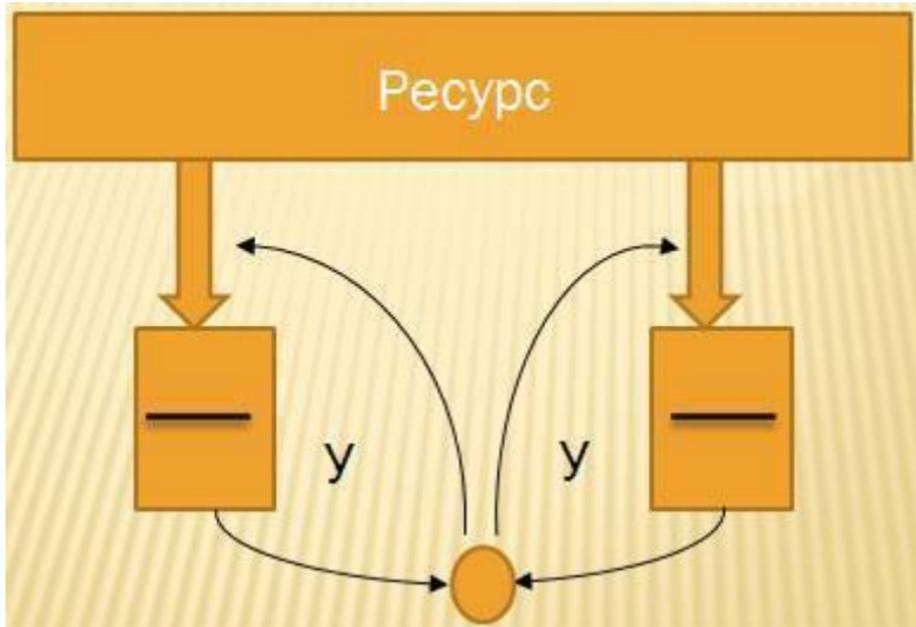


Рис. 2.21. Схема взаимодействия в системе "Успех к успеху"

Для выхода из ловушки необходимо изменить правила таким образом, чтобы добавить в систему балансирующий цикл. Или периодически «обнулять» результаты. Увеличить разнообразие, разносторонне развиваться – это позволяет тем, кто проигрывает соревнование, выйти из текущей игры и начать новую. Строго ограничить долю пирога, которая причитается любому победителю (антимонопольные законы). Периодически сводить всех к одному уровню, отни-

мая преимущества у самых сильных игроков или давая их тем, кто слабее. Предусматривать такую награду в соревновании, которая не будет влиять на результат следующего. Вводить прогрессирующие налоги, налоги на роскошь, автомобили люкс и др.

Стремление к худшему

Если позволять текущему состоянию системы влиять на стандарты (желаемое состояние системы), особенно, если ощущается постоянное ухудшение, то усиливающий цикл обратной связи будет работать на дальнейшее уменьшение ожиданий и ухудшение состояния системы, рис.2.22. Например, смягчение ГОСТов привело к тому, что в масле стало значительно больше добавок, пальмового масла и под видом масла продается даже маргарин.

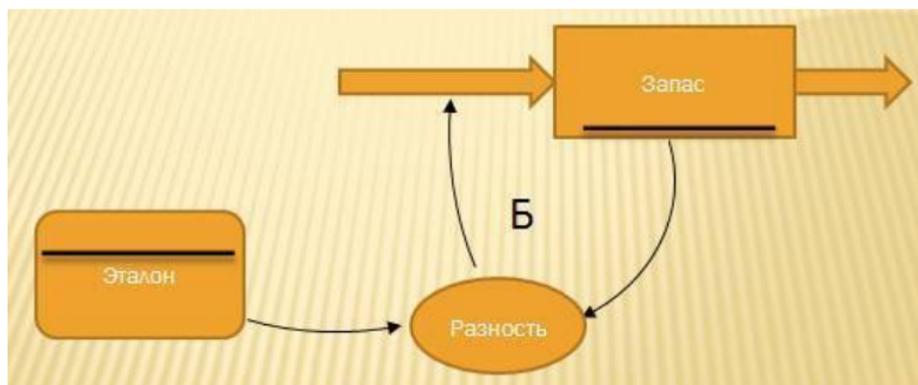


Рис. 2.22. Схемы взаимодействия в системе "Стремление к худшему" на основе балансирующего цикла.

Если поведение системы определяется разницей между текущим состоянием и эталонным, то есть существует соблазн не улучшать текущее состояние, а ухудшать эталонное. Это порождает усиливающий цикл, все более и более ухудшающий ситуацию, рис.2.23.

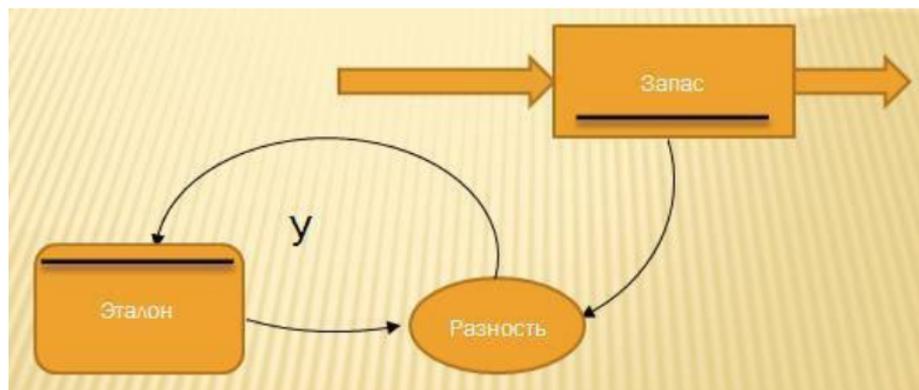


Рис. 2.23. Схемы взаимодействия в системе "Стремление к худшему" на основе усиливающего цикла.

Выход из ловушки – пользоваться эталонами, не зависящими от текущей ситуации. Этот же механизм можно использовать для улучшения ситуации, если зависимость эталона от ситуации сделать обратной. Нужно поддерживать аб-

солютные стандарты (точки отсчета), не зависящие от текущего состояния. А еще лучше – позволить ожиданиям расти вместе с улучшением ситуации, вместо того, чтобы уменьшать их с ухудшением. Ту же самую структуру можно заставить работать на улучшение.

Поддерживающие средства

Зависимость, привыкание, пагубное пристрастие возникают тогда, когда применяемое средство позволяет уменьшить или замаскировать симптом, но ничего не делает для реального решения проблемы. Не важно, вещество ли это, заглушающее чувства, или действия, скрывающие масштабы неприятностей, но использование подобных средств не даст принять меры, которые могли бы действительно решить проблему.

Если поддерживающее средство приводит к ослаблению собственной способности системы регулировать свое состояние, тогда начинает действовать разрушительная усиливающая петля обратной связи – это маниакальный цикл. Система истощается, поддерживающее средство нужно во все большем и большем количестве. Система становится еще более зависимой от этого средства и все меньше и меньше способна самостоятельно поддерживать желаемое состояние, рис.2.24.

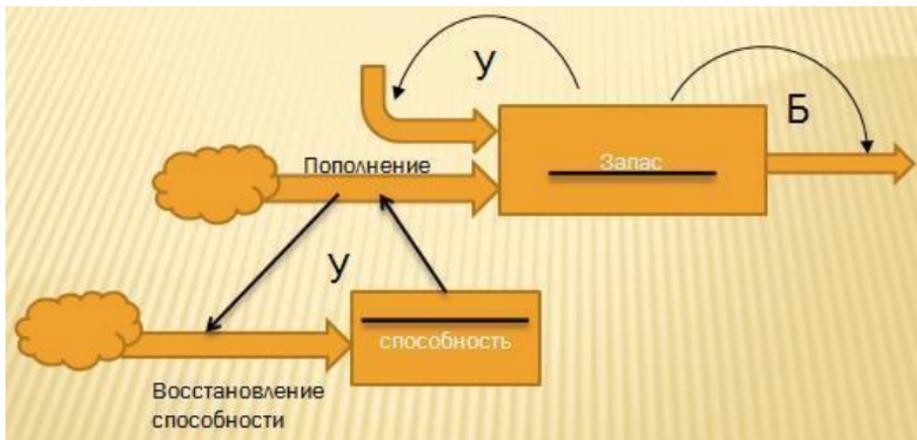


Рис. 2.24. Схема взаимодействия в системе "Маниакальный цикл"

Появление внешнего входящего потока обеспечивает желаемый уровень запаса, но нарушает работу самовосстанавливающих механизмов, в результате чего они атрофируются. Это приводит к невозможности отказаться от этого потока без болезненных последствий.

Лучший способ выхода из ловушки – не попадать в неё. Единственный вариант – отказаться от внешних потоков, не обеспечивающих восстановительных механизмов. Остерегайтесь средств, облегчающих симптомы или заглушающих сигналы неблагополучия. Не прибегайте к мерам, которые на самом деле не решают проблему. Думайте не о краткосрочном облегчении, а об изменении структуры в долго-

временной перспективе. Не дотируйте. Равняйтесь на свои внутренние потоки.

Характерные примеры: Переход на свою платежную систему. Переход на оплату газа в международных расчетах в рублях.

Манипулирование правилами

Правила, которые должны управлять системой, иногда провоцируют попытку их извратить. При этом создается видимость соблюдения правил или достижения целей, хотя на самом деле этого не происходит, а система только сильнее отклоняется от нормы, рис.2.25.

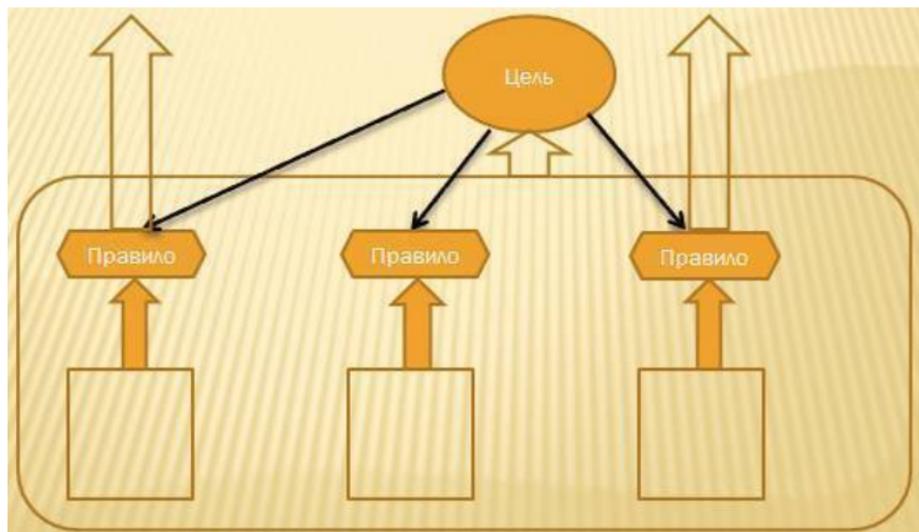


Рис. 2.25. Схема взаимодействия в системе по типу "Манипулирование правилами"

Если подсистемы не видят (не знают) целей системы, то их цель сводится к выполнению правил, поставленных системой. Неверная постановка правил, буквальное их выполнение приводят всю систему к состоянию, далекому от цели, при видимых усилиях в правильном направлении.

Выход из ловушки – доводить до подсистем не только и не столько правила, сколько цели, ради которых они придуманы. Создать или переработать правила, чтобы направить изобретательность и творческие способности не на их извращение, а на достижение настоящей цели, ради которой эти правила и создавались.

Стремление к неверной цели

Поведение системы сильно зависит от того, какие цели у циклов обратной связи. Если цели – индикаторы выполнения правил – определены неточно или неполно, система может послушно стремиться к ним, достигая в итоге результата, которого никто не ожидал и не хотел.

Способ выхода: Использовать показатели и цели, отражающие реальное благополучие системы. Особенно внимательно надо следить за тем, чтобы не путать результаты и усилия по их достижению – иначе вы получите систему, которая будет исправно производить усилия, а не результаты.

Ключевые точки воздействия для изменения поведения системы

(по порядку возрастания важности)

12. Численные показатели: переменные, константы, а также субсидии, налоги и стандарты. Численные показатели дают представление об уровнях (рейтинге, баллах, границах между определенными численными показателями). Во многом определяются изменением структуры системы вследствие самоорганизации.

11. Буфер: размер запаса, оказывающий стабилизирующее влияние, в зависимости от величины потоков.

10. Структуры запасов и потоков: физические системы и их точки пересечения. Они обладают взаимовлиянием. Пример. Города образуются там, где формируются градообразующие потоки. Они могут быть разными – торговыми, военными, политическими, курортными и пр. Один из характерных военных примеров – Севастополь.

9. Запаздывания: величина задержки относительно скоростей изменения системы. Характерный пример из жизни бюрократического аппарата: "Подождем, не будем ничего делать, возможно, указ отменят..."

8. Балансирующие циклы (контуры) обратной связи: мощность циклов относительно воздействий, которые они пытаются скомпенсировать. Балансирующие циклы более эффективны, чем усиливающие циклы. Для балансирования необ-

ходимо установить требования, способствующие устойчивости. Менять цикл нужно тогда, когда не устанавливается новый балансирующий цикл.

7. Усиливающие циклы (контур) обратной связи: оценивать и изменять влияние прироста на движущие циклы. Пример – новая философия успеха – тайм-менеджмент, многократно усиливающий возможности работоспособности. Пример. Качественный скачок – система сама себя переводит в новое состояние или сама себя ограничивает.

6. Информационные потоки: структура, определяющая, кто имеет доступ к информации, а кто – нет. Информация с точки зрения системы – модель или набор параметров, модель, фиксирующая параметры, описывающая причинно-следственные связи и свойства, демонстрирующая как изменение свойств одних объектов будет влиять на другие. Использование информационных потоков в бизнесе заключается в нахождении сквозного параметра, пронизывающего всю систему и далее в том, чтобы "оседлать" этот информационный поток.

5. Правила: стимулы, наказания, принуждение. Система принуждает обрабатываемый поток, создавая правила. Пример: метрополитен.

4. Самоорганизация: добавление, изменение и эволюционные преобразования системных структур. Система сама имеет возможность изменить структуру. Пример. Компания Форд, стремясь стать монополистом, пыталась все произво-

дить сама, став при этом негибкой структурой. В настоящее время занимает не более 10% от рынка, тогда, когда в лучшие для себя годы, была практически полным монополистом. Примерами самоорганизации являются развитие общественных движений потребителей, экологические движения, ТСЖ, в технике – переход с планово-профилактического обслуживания на планово-диагностическое обслуживание.

Изменение самоорганизации тесно связано с S-кривой развития компаний: сначала 1-й этап – количественный рост на рынке. 2-й этап – переход к развитию качества. 3-й этап – стандартизация качества и начало отчуждения от потребностей рынка.

Для развития самоорганизации в системе обычно применяются следующие методы:

- повышение чувствительности к ритмике системы,
- визуализация модели жизни системы,
- переход на системный язык и использование системных понятий в описании системы,
- поиск ключевых параметров системы,
- поиск неявных и явных обратных связей и оценка их на степень балансирования или усиления параметров системы,
- закладывание в подсистемах стремления к пользе системы в целом,
- поиск естественных особенностей хода жизни системы,
- определение схемы влияния заинтересованных сторон

и ответственности в системе.

3. Цели: назначение и функция систем. Если нет цели, то нет системы. Отсутствие или потеря целей разваливает систему целиком.

2. Система взглядов и понятий: мировоззрение, в рамках которого построена система – ее цели, структура, правила, запаздывания и другие параметры. Неудачи развития новых направлений бизнеса связаны с устаревшей системой взглядов, которые не пытались изменить.

1. Расширение границ мировоззрения. Расширение взглядов – основа взаимодействия. Это расширение становится необходимостью, когда части системы, подсистемы не могут договориться между собой о продолжении жизни системы. Примером являются многосторонние интересы, где никто не отвечает за интересы и слова, и поэтому система для выполнения обещаний, например, в политике, не образуется.

Подводя итоги рассмотренным примерам, можно сказать, что, когда за ежедневными событиями вы начинаете улавливать общие тенденции (а они, в свою очередь, достаточно четко характеризуют внутреннюю структуру системы), уже не сложно увидеть новые пути управления и найти новые способы выживания в мире сложных систем.

Если удастся установить взаимосвязь между структурой и поведением, то мы начинаем понимать, как работают системы, почему они дают те или иные результаты, и как изменить поведение таким образом, чтобы достичь лучших результа-

TOB.

3. Модели системной динамики

3.1. Макроэкономические модели

Обзор раздела

Введение. Модель взаимодействия СТЭП факторов Фахи-Нарайанана. Государство как регулятор макроэкономических факторов в рыночной экономике.

Источники информации. Модель кругооборота доходов. Составляющие экономической политики РФ. Анализ ВВП.

Проблемы прогнозирования инфляции.

Совокупный спрос и совокупное предложение.

Циклы деловой активности. Сглаживание отрицательных эффектов макроэкономической нестабильности.

Инструменты государственного регулирования экономики – монетарная и фискальная политика государства. Примеры инструментов монетарной и фискальной политики. Пример: регулирование при помощи ставки рефинансирования. Пример: регулирование при помощи управления ставками таможенных пошлин.

Валютное регулирование.

Изменения экономической политики государства в ближайшем будущем. Влияние изменений на деятельность промышленных компаний.

НАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Все компании знают, что на их работу значительное влияние оказывает макроэкономическая среда. Хотя отдельной фирме и не под силу изменить большинство макроэкономических факторов, однако каждая фирма могла бы найти способы адекватно реагировать на них. К таким факторам всегда относились общие тенденции на рынке. Например, если появились предпосылки экономического роста, то можно думать о расширении производства, если меняется законодательство, то следует предусматривать меры по своевременному предупреждению фискальных мер, если появились новые технологии, то пришла пора думать о переоснащении производства и т.п.

Часто средствами анализа макроэкономической среды выступает модель Фахи-Нарайанана, значительно расширяющая известную СТЭП–модель, и отвечающую требованиям системной динамики, рис.3.1.

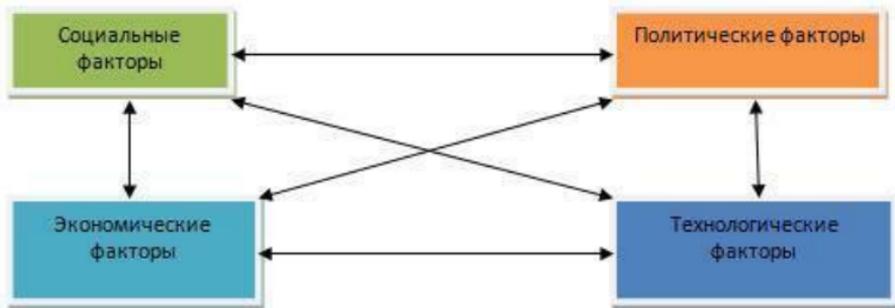


Рис.3.1. Модель Фахи-Нарайанана

Суть этой модели заключается в том, что разнородные факторы дальнего внешнего окружения до момента достижения долгосрочной цели успеют не просто непосредственно повлиять на деятельность фирм, но и неоднократно воздействовать друг на друга. Поэтому даже те факторы, которые не должны оказать непосредственного влияния на рынок, могут послужить началом для развития процессов в дальнем окружении, которые затем напрямую или косвенно коснутся и вашей фирмы. Факторы, непосредственно влияющие на фирму, обычно легко установить, тогда как выявить факторы косвенного влияния, к которым фирма особенно чувствительна, не просто. Определить степень их влияния и предсказать их поведение обычно сложно.

Ниже мы рассмотрим некоторые полезные модели и способы прогнозирования для анализа положения фирмы, при-

нимая во внимание в основном макроэкономические факторы (граф «экономические факторы» в модели). Нашей основной задачей будет научиться видеть не только события, но и причины и предпосылки происходящего, а также предвидеть последствия этих событий.

Главными вопросами, на которые мы постараемся найти ответы, будут:

– Какие индикаторы подскажут, что подъем в экономике скоро сменится спадом и как скоро?

– Насколько глубоко проникнет кризис в нашу отрасль?

– Что произойдет со спросом, и какие факторы повлияют на него больше всего?

– Что будет предпринимать правительство и каковы последствия этих действий для нашей отрасли и фирмы?

– Какие изменения в связи с общей обстановкой следует ожидать в изменении курса рубля, доллара, евро?

– Какие ближайшие последствия для компаний следует ожидать, например, какие процентные ставки по кредитам будут характерны в ближайшее время и насколько доступными будут кредиты?

Основой такого достаточно долгосрочного анализа должна стать макроэкономическая информация. Все фирмы почувствовали на себе действие циклов деловой активности, особенно в фазе кризиса. Цели на разных фазах цикла различаются. Во время подъема деньги зарабатываются, во время спада необходимо выживать и пытаться сохранить до-

лю рынка. Меняются конкуренты, предпочтения предприятий–потребителей, инвестиции не учитывают значительных изменений во внешней среде, валютный кредит невозможно выплатить из-за резкого изменения курса рубля, выручка снижается, а издержки остаются на прежнем уровне. Все эти вопросы часто связаны с умением анализировать влияние внешней среды на нашу фирму.

Кризисы происходили и будут происходить, к сожалению. Несмотря на то, что многие страны уже выработали меры по уменьшению их влияния, однако, фирмы сами должны находить пути снижения давления кризисов на них. Например, часто приходится задумываться о диверсификации своего бизнеса, более полного использования ресурсов, добавлять в портфель продукции более кризисоустойчивую продукцию.

Необходимо научиться распознавать слабые сигналы рынка и строить свои решения на базе системной динамики общего макроэкономического фона. Такие вопросы как: запускать ли новые инвестиционные проекты, брать ли кредиты в валюте, выходить ли на IPO и др., основываются на прогнозах макроэкономических процессов и возможного входа в полосу нестабильности.

Действия государства по снижению экономической нестабильности являются одним из главных индикаторов, способных показать истинное положение деловой активности в стране. В распоряжении государства имеется большой на-

бор инструментов, которыми она сглаживает неприятные сюрпризы рынка или способствует росту деловой активности. Однако каждый шаг в стабилизации сопровождается побочными эффектами. Девальвация рубля делает экспортеров более конкурентоспособными, позволяет не растрачивать валютные резервы на поддержание рубля. Однако, удорожание импорта ограничивает доступ населения к импортным товарам, рублевые сбережения обесцениваются, ставки по кредитам растут, ограничивая возможности предприятий по расширению бизнеса, поддержанию складов и инвестиционной деятельности.

Государство не всегда успевает принять решения вовремя, и регуляторы также имеют свой лаг во времени. С трибун может говориться одно, политические силы могут или затормаживать процесс, например, тормозить принятие законопроектов в Думе, всегда возможны перекосы. Так, если стране необходимы деньги, то лозунгом станет помощь экспортерам, системообразующим предприятиям, крупным банкам. Однако при этом почти всегда появляется «страдающая» сторона, интересы которой не учтены.

В зависимости от цикла деловой активности разрывы в требованиях могут быть чрезвычайно велики и у государства не хватит сил и средств для регулирования интересов всех заинтересованных сторон. Возникают разрывы между интересами крупного и мелкого бизнеса, отечественными производителями и потребителями импортных товаров, креди-

торами и заемщиками, спекулянтами и инвесторами и т.п. Определение роли государства в этих процессах позволит увидеть степень напряженности и спрогнозировать дальнейшее развитие событий.

ИСТОЧНИКИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

Немаловажную роль в понимании макроэкономических процессов, которые могут оказать влияние на деятельность фирмы, оказывает доступность источников информации. Нет информации – нет возможности сформировать модель и заложить в нее количественные показатели – нет исследования. Изучая информацию, мы стремимся найти сигналы, а затем и достроить картину происходящего. Это дает возможность спрогнозировать сценарии дальнейшего развития событий. Полезные источники макроэкономической информации РФ приведены в табл.3.1.

Табл. 3.1. Базы данных по макроэкономическим показателям РФ

Источник	Содержание
www.gks.ru	Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Содержит основные показатели экономики РФ и тренды изменения макроэкономических показателей.
www.cbr.ru	Официальный сайт Центрального банка РФ. Содержит важнейшие данные о состоянии финансово-кредитной системы РФ.
www.minfin.ru	Официальный сайт министерства финансов РФ. Содержит данные по бюджету и важен для анализа изменений в бюджетной политике РФ.
www.economy.go.ru	Официальный сайт министерства экономического развития. Содержит обзоры состояния экономики РФ, отраслевые обзоры и пр.
www.icss.ac.ru/macro	Базы показателей социально-экономического развития РФ института комплексных стратегических исследований. Содержит базы данных для аналитических исследований.
www.Stat.hse.ru	Базы данных и информации о состоянии экономики РФ Института информационного развития ГУ ВШЭ.
www.Expert.ru	База макроэкономических показателей журнала «Эксперт»
www.rbc.ru	Новостные ленты оперативной информации Росбизнесконсалтинг
www.rian.ru	Портал новостей Российского информационного агентства
www.bfm.ru	Портал бизнеса, содержащих специальные разделы новостей макроэкономики
rts.micex.ru	Портал Московской межбанковской валютной биржи. Содержит данные о фондовых индексах, рассчитываемых по 30 крупнейшим российским компаниям, данные о текущих торгах и курсе валют.
www.rts.ru	Портал Российской торговой системы. Содержит индекс, рассчитываемый по 50 крупнейшим российским компаниям

Следует отметить, что Российская рыночная экономика достаточно молода, и для сравнения полезно пользоваться базами данных и фондовыми индексами стран со сложившейся рыночной экономикой.

МОДЕЛЬ КРУГООБОРОТА ДОХОДОВ

Для анализа и прогнозирования макроэкономических процессов принято рассматривать финансовые потоки на основе модели кругооборота доходов, рис.3.2.

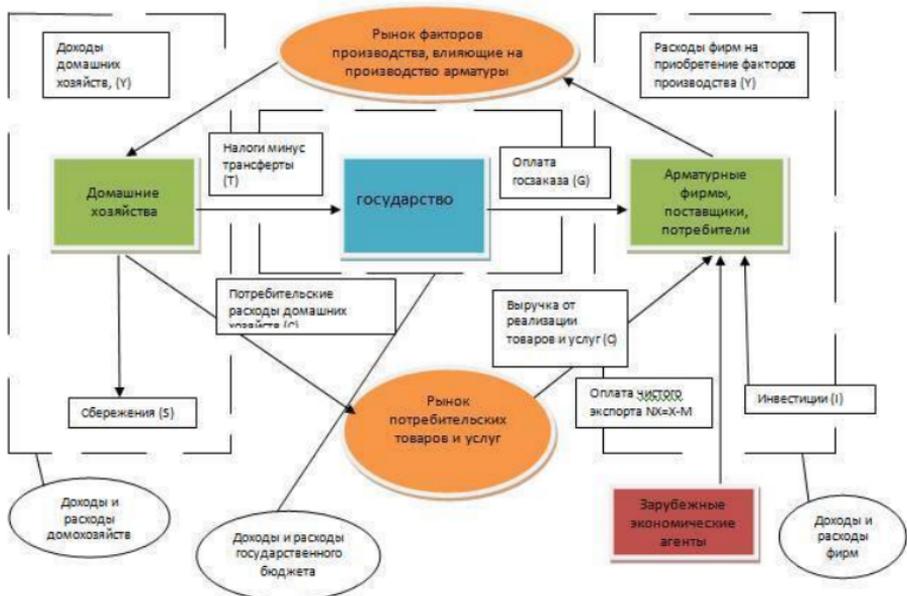


Рис.3.2. Модель кругооборота доходов в РФ, влияющие на работу арматурных компаний

Модель хорошо демонстрирует причинно-следственные связи между участниками процесса. Стрелками показаны финансовые потоки между различными экономическими агентами и отдельно выделены области наиболее крупных участников (доходы и расходы домохозяйств, фирм и государства).

Модель показывает и важные количественные зависимости. Так, сколько денег потратили покупатели, столько же получили и продавцы, сколько денег получили фирмы – столь-

ко же дальше двинется к другим экономическим агентам – поставщикам, импортерам, государству, банкам, акционерам.

Основными финансовыми потоками являются поток от фирм к домохозяйствам и от домохозяйств к фирмам. Основной финансовый поток от фирм к домохозяйствам связан с платой за использование труда, земли и других факторов производства. Эти ресурсы фирмы приобретают у домашних хозяйств, и семейные бюджеты в масштабе всей страны пополняются именно этими доходами. От домохозяйств к фирмам основной финансовый поток связан с приобретением товаров и услуг.

К домохозяйствам, если мы хотим транслировать эти положения для целей анализа конкретной отрасли, например, арматурной, могут относиться предприятия-потребители арматуры, если это промышленные потребители, или обычные домохозяйства, если мы говорим о рынке сантехнической арматуры.

Государство в модели занимает центральное место, обеспечивающую связь и регулирование деятельности и фирм, и домохозяйств. Под ним понимаются все уровни власти, чей бюджет пополняется налоговыми поступлениями и предполагается, что все налоги в бюджет уплачиваются домохозяйствами.

Для промышленного рынка важно также знать деятельность зарубежных экономических агентов, например, по-

ставщиков импортного оборудования. Они входят в часть модели, называемую чистым экспортом. Для простоты разница между экспортом и импортом обозначена как «чистый экспорт». Также модель, хотя и упрощенно, но показывает данные по государственному долгу ($G > T$), зависимость от иностранных инвесторов ($S < I$), состояние торгового баланса ($NX = X - M$).

Рассмотрим по модели кругооборота доходов, куда попадают средства, выплачиваемые фирме, в частности, персоналу. (Конечно же, средства в виде заработной платы попадут в категорию «домохозяйства»). В соответствии с моделью в стабильной экономике должно выполняться условие макроэкономического равновесия. Тогда совокупность расходов и доходов в экономике, определится уравнением:

$$I + X + G = S + M + T$$

где в левой части записаны финансовые поступления в экономику, а в правой – изъятия из нее.

Чтобы лучше понять действие модели, давайте закрепим ее на рабочем примере.

Пример.

Всем известно, что РФ в значительной степени зависит от объема экспорта нефти и газа. Опишем вероятное развитие событий для экономики при резком снижении цен на нефть и газ на мировом рынке, с момента, когда цены были высокими. Для условий посткризисного рынка, когда большинство стран пребывают в состоянии рецессии, такой сценарий является наиболее вероятным.

После падения цен экспортная выручка (X) существенно снизится. Кроме того, уменьшится и доходная часть государственного бюджета (Т), в которую поступают экспортные пошлины. При этом суммарное снижение (Т) будет меньше, чем суммарное снижение (X). При высоких ценах на нефть, обычно наблюдается рост потребления качественной импортной продукции (М). Это связано с тем, что торговый баланс (X-М) позволяет покупать большую часть продукции за рубежом.

Уменьшение экспорта или снижение цен приводит к снижению поступлений иностранной валюты, а инерция потребления или долги по выплате импорта будут по-прежнему требовать больших расходов иностранной валюты. Нарушается баланс спроса и предложения. При этом иностранная валюта будет дорожать относительно местной валюты. Будет наблюдаться девальвация – практически неизбежный процесс при равновесном кругообороте доходов в случае длительного снижения экспортной выручки.

В результате девальвации цены на импортные товары становятся высокими, и начинается процесс импортозамещения. Одновременно, относительно низкие цены на отечественные товары делают их конкурентоспособными на внешнем рынке.

С определенным лагом по времени выравнивается торговый баланс. Условием часто является наличие возможностей для инвестиций (I). Это часто происходит само собой, поскольку выгодно инвестировать в производство на территориях с общим низким индексом себестоимости в производстве.

Правда, инвестиции часто должны быть ивзне, поскольку в условиях девальвации внутренние инвестиции в реальный сектор резко снижаются. Банки в условиях девальвации легко превращаются в валютных спекулянтов, поскольку основной доход (до 80% по опыту 1998 года) дает простая покупка иностранной валюты.

Девальвация сильно затрагивает и домохозяйства. Сбережения в отечественной валюте обесцениваются. Домохозяйства реагируют резко отрицательно. Деньги забираются из банков или хранятся в сильной валюте. Возможности банков по привлечению средств падают.

Собственно возможности государства по предоставлению инвестиций (I) как части государственных расходов (G) падают, поскольку снижается доходная часть бюджета (Т). Поскольку внутренние заимствования становятся маловероятными, государство обращается к внешним заимствованиям. Растет государственный долг. При этом получить внешний займ становится все труднее, поскольку падает и курс национальной валюты и экспорт. Кредитный рейтинг государства в таких условиях также обычно понижается, что приводит к росту стоимости кредита для государства-заемщика.

Однако, одновременно с падением производства наблюдается рост избыточных мощностей, что может способствовать реструктуризации экономики. Следует учесть и наличие государственных резервов, способных создавать подушку безопасности и стартовую площадку для оживления экономики.

Эта подушка безопасности и может использоваться под присмотром государства для тех случаев, когда создаются прецеденты недооцененности компаний. Так, в момент кризиса стоимость акций многих компаний падает ниже стоимости их имущества. Все это происходит потому, что богатство определяется свежими финансовыми потоками, а не их резервами. Так, рынку не важно, во сколько обошлось строительство завода, важно, насколько больших денежных потоков можно ждать в обозримом будущем от его работы.

Чтобы не дать проникнуть на рынок спекулятивному капиталу и не продать «по дешевке» акции предприятий, государство часто использует государственные банки или банки с высокой долей государственного участия для выкупа акций недооцененных компаний и страхования их от того, чтобы не было несправедливого перераспределения собственности, как это было в РФ в 90-е годы. Примером успешного решения этой задачи, хотя и неоднозначного, можно назвать действия финансового подразделения Сбербанка - компании «Сбербанк капитал» по приобретению акций некоторых арматурных компаний в течение кризиса 2008-20010 г.г.

Пример

Рассмотрим, как вступление в ВТО повлияет на работу арматурных фирм в РФ. Применим модель кругооборота доходов в РФ, рис.2.

Вступление в ВТО в первую очередь приведет к отмене ограничительных ввозных пошлин и облегчит доступ импортной арматуры на рынок РФ. Учитывая высокую ценовую эластичность арматуры, рынок РФ будет открыт для доступа разных производителей арматуры во всех отраслях. Импорт (М) увеличится, состояние торгового баланса может измениться в худшую сторону.

Однако, не все так просто. Скорее всего, рост импорта будет наблюдаться только в области специальной арматуры, где снижение пошлин создаст возможности приобретения дорогостоящей арматуры, где раньше использовали недостаточно подходящую арматуру более низкого качества или общепромышленную. Со стороны общепромышленной арматуры с низкой ценой рост, скорее всего, будет незначителен, поскольку например, китайская арматура уже давно преодолела все таможенные и ценовые барьеры.

Кроме того, многие крупные предприятия уже давно устанавливают у себя арматуру среднего ценового диапазона, например, произведенную по лицензии. Снижение таможенных барьеров в целом незначительно повлияет на потребление такой арматуры, поскольку потребитель уже оценил ее качество и его устраивает рыночная цена. Изменения здесь, по нашему мнению, будут незначительны.

В арматуре высока роль «ссылочности» на опыт потребления. Даже если стоимость зарубежной арматуры будет ниже, это не повлияет значительно на предпочтения потребителя, готового платить большую цену при гарантированной проверенной надежности.

Совокупный спрос на арматуру может даже увеличиться, поскольку те покупатели, которые откладывали решение о приобретении арматуры у зарубежных компаний, теперь будут более способны произвести закупку, не откладывая ее. Совокупные расходы потребителей увеличатся.

Отечественные производители арматуры могут начать испытывать сложности, поскольку часть потребителей во всех ценовых диапазонах будет переключаться на зарубежную арматуру в связи с уменьшением ее общей конечной стоимости.

Хотя этот процесс можно считать неизбежным, существует множество неценовых факторов, препятствующих быстрому падению рынка арматуры отечественного производства. К ним можно отнести и проектную инерцию, привычку к потреблению отечественной арматуры, прописанной в ГОСТах и закрепленной годами эксплуатации, наличием запасных частей и т.п.

Как изменятся государственные налоги (Т) не очень ясно, но это отчасти повлияет на государственные затраты (G), например, на поддержку отрасли. Часто оно зависит от силы лоббирования и возможной динамики изменения предпочтений потребителей арматуры.

Пример. Сценарий изменения цен на арматуру после 24.02.2022

24 февраля 2022 года совершенно точно стало новой отправной точкой для анализа возможного изменения цен на арматуру. Традиционные модели, основанные на анализе трендов цен сырья и материалов, и, особенно, металлов, в условиях скачков биржевых цен, приостановки торгов на биржах, перестают действовать в полном объеме. Модель изменения цен будет определяться в этом случае не толь-

ко традиционным изменением соотношения спроса и предложения, но и дополнительным влиянием геополитических и макроэкономических факторов, которые уже возникли, и будут продолжать все более значимо входить в жизнь.

Прогон по макроэкономической модели демонстрирует возможные изменения в ценах. Зарубежные экономические агенты в спешном порядке покидают рынок, влияя на повышение конкурентоспособности российской промышленности и в т.ч. и арматуростроения. Этому в наибольшей степени способствует падение курса рубля, делая маловероятным быстрое возвращение зарубежных арматурных фирм.

На март 2022 года наиболее сильные изменения произошли в быстром изменении в оплатах налогов (Т), выручке от реализации (С), действиях зарубежных экономических агентов и их инвестициях (I). В дальнейшем это повлечет уменьшение расходов фирм на приобретение факторов производства (Y). На оплату чистого экспорта значительное влияние окажут действия государства и перспективы роста государственного регулирования и оплаты госзаказа (G).

Повышение эффективности действий государства обусловит рост стабилизирующего цикла системной динамики изменений цен и, в частности, по отношению к стабильности выполнения фирмами своих обязательств. Наиболее существенное влияние на процесс ценообразования окажет рост стоимости импортных комплектующих. В случае, если это ненаучаемая продукция, то ничто не остановит российских

арматуростроителей от освоения и замены комплектующих в имеющейся зарубежной продукции. Этому будут способствовать облегченное финансирование в рамках программ импортозамещения и снижение требований к защите зарубежной интеллектуальной собственности.

Наиболее вероятным сценарием регулирования цен будут уже освоенные в 90-х годах инструменты регулирования макроэкономической деятельности: укрепление новых механизмов продажи валютной выручки, повышение ключевой ставки Центробанка, оттеснение западных арматурных компаний в люксовые ниши, рост освоения нашими компаниями продукции зарубежных производителей по фиксированным и достаточно низким ценам в РФ. В целом, на ближайшее время ожидаемый рост цен будет соответствовать изменению курса рубля с перспективой на повышение выгоды производства при увеличении разрыва между ценой арматуры зарубежных производителей и производителей РФ.

Таким образом, модель кругооборота доходов позволяет наглядно и в достаточно простом виде показать последовательность развития событий и их взаимосвязь в конкретных временных условиях.

Возьмем один из наиболее важных показателей бюджета, в частности, долю поступлений от экспорта энергоносителей и рассмотрим, как изменение их доли может повлиять на работу промышленных компаний.

Воспользуемся схемой кругооборота доходов и условием

равновесия экономики и опишем возможный сценарий развития событий для экономики РФ, как страны–экспортера энергоносителей при резком снижении цены на нефть на мировом рынке.

Что будет основой для стабилизационной политики государства? Какие побочные эффекты ожидаются?

Просчитаем, какое влияние на работу промышленной фирмы, окажет снижение мировых цен на топливно-энергетические товары (нефть, газ, продукты нефтепереработки и пр.). Будем считать все остальные показатели неизменными.

Формула для определения ВВП.

$$ВВП=Y=C+I+NX+G.$$

Перегруппируем слагаемые, оставив в скобках то, что мы считаем неизменным:

$$ВВП=(C+G+I-M)+X$$

Определим, что стоимость части экспорта, которая соответствует топливно-энергетическому сектору экономики, составляет 68,6% от всего экспорта (X) и падает на 30%. Тогда:

$$ВВП2-ВВП1=X2-X1=-0,3 \times 0,686 \times X1$$

По данным 2008 года величина $X1$ в 2008 году составила 470,8 млрд. Долл., значит:

$$ВВП2-ВВП1=-96,9 \text{ млрд. Долл.}$$

Учитывая, что это повлияет на ВВП, а через него на потребительскую активность покупателей промышленной продукции, рассчитаем, какая часть ВВП1 будет потеряна.

По данным за 2008 г чистый экспорт составлял 8,8% от ВВП РФ и был равен 179,3 млрд. Долл., тогда 96,9 млрд. Долл. составят:

$$8,8\% \times 96,9 \div 179,3 = 4,8\% \text{ от ВВП.}$$

Таким образом, 30% снижение цен на топливно-энергетическую составляющую экспорта уменьшат ВВП РФ на 4,8% или 96,7 млрд. Долл. Эти цифры можно использовать для анализа возможностей и угроз для компаний и общего расчета чувствительности рынка РФ по отраслям. В частности,

собственно для ТЭК компании могут рассчитывать текущую привлекательность отрасли для входа в нее на основе долгосрочных прогнозов экспортных цен.

Для отраслей – потребителей промышленной продукции, зависящих от расходной части государственного бюджета, понятно, что чувствительность к падению экспортных цен будет еще выше.

Инвестиции в отечественное промышленное производство будут снижены из-за сопутствующего роста процентных ставок на кредиты и ужесточения требований к отдаче от инвестиций.

Учитывая, что падение экспортной выручки влияет и на инвестиционные возможности предприятий – потребителей промышленной продукции, падение цены в долгосрочной перспективе приводит и к падению спроса на нее. Возможны в основном контракты на замену оборудования, текущие модернизации промышленного производства, но не крупные комплексные проекты с применением современного оборудования.

Ближайшим выводом, который можно сделать для промышленной фирмы, планирующей долгосрочную стратегию на рынке РФ, является то, что должна быть проведена оценка макропоказателей бюджета и оценка их чувствительности к показателям, наиболее важных для промышленных компаний.

Дополнительным выводом может стать следующий: рынок

энергоносителей отличается высокой нестабильностью по многим факторам: политическим, экономическим и пр. При этом сам рынок является «получателем цены», т.е. рынком, на котором невозможно назначить цену, выгодную определенным группам поставщиков. Он является рынком достаточно совершенной конкуренции, о чем свидетельствуют развитые системы торгов на различных мировых биржах. В этих условиях и сам бюджет является также в значительной степени, «получателем цены», сидящим на нефтяной и газовой «игле». Опыт третьих стран, экономика которых сколь быстро растет во времена экономического подъема, и столь же быстро падает во времена кризиса, еще раз показывает справедливость этого факта. Промышленные компании при разработке перспективных стратегий в РФ и строительстве долгосрочных отношений с предприятиями – потребителями промышленной продукции и оборудования, должны учитывать эту особенность бюджета РФ.

Выше мы рассмотрели, как ВВП связан с топливно-энергетической составляющей бюджета РФ. Но многие промышленные компании работают в основном на внутреннем рынке, и потребление их продукции во многом может быть связано с процессами изменения покупательской активности собственно домохозяйств.

Пример. Такие оценки связи ВВП с душевым потреблением могут во многом интересовать производителей сантехнической арматуры, арматуры для целлюлозно-бумажной про-

мышленности в части поставки офисной, ксероксной, туалетной бумаги и т.п. Выявление закономерностей роста ВВП в связи с изменением расходов и доходов домохозяйств будет важной составляющей такого анализа. Сравнение темпов роста ВВП с темпами роста доходов конкретного потребителя арматуры (например, бумажной фабрики) и темпами роста доходов фирмы – поставщика арматуры также подскажет особенности, которые необходимо принять во внимание при планировании деятельности компании.

Для целей такого анализа используются данные о номинальном валовом внутреннем продукте РФ за длительный период и сведения о конечном потреблении домашних хозяйств за эти годы. Воспользуемся данными по расходам на потребление домашних хозяйств за 2000-2008 г.г., по данным Федеральной службы государственной статистики (www.gks.ru). Указанные года выбраны как года наиболее стабильного роста экономики, что позволяет отделить их от «возмущающих» факторов. Расходы на конечное потребление домашних хозяйств идут отдельной строкой и дают самый большой вклад в значения ВВП, рассчитанные по расходам. График расходов приведен на рис.3.3.

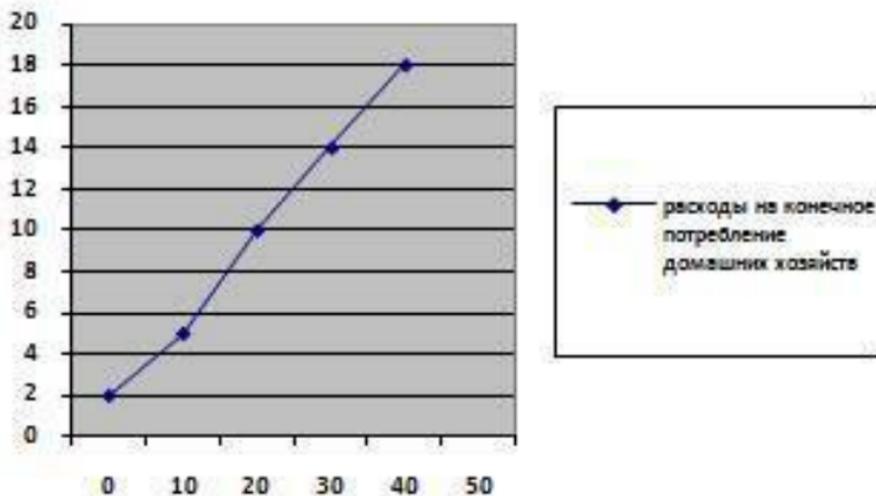


Рис. 3.3. Расходы на конечное потребление домашних хозяйств, номин. трлн. руб.

По горизонтали – ВВП, номин., трлн. руб.; по вертикали – расходы на конечное потребление домашних хозяйств, номин., трлн. руб.

Из графика видно, что зависимость расходов на конечное потребление домашних хозяйств от номинального ВВП практически линейна. Таким образом, платежный спрос населения линейно связан с ВВП, что означает, что рост ВВП на 10% приводит к росту потребления на 10%. При планировании своей деятельности в отраслях, где конечным потребителем являются домашние хозяйства, промышленные

компания также могут использовать прогнозные оценки на основе линейных зависимостей.

Как можно видеть, модель кругооборота доходов хорошо диагностирует замкнутые причинно-следственные связи в экономике. Воздействие на каждый элемент системы вызывает определенное изменение показателей далее по цепочке. Относительная устойчивость работы системы в целом формируется при стимулировании работы слабых звеньев. Однако определить, являются ли те или иные звенья слабыми, часто не представляется возможным. Давайте посмотрим это на примере.

Опишем, на какие элементы кругооборота доходов, прежде всего, повлияет повышение таможенных тарифов на ввоз арматуры.

В соответствии с моделью кругооборота доходов повышение таможенных тарифов снизит импорт (M) и улучшит состояние торгового баланса (NX). Однако не стоит думать, что этот путь приведет к значимым результатам.

Так, есть многие области применения рассматриваемого нами сквозного примера (арматура), где нет отечественных аналогов и полного импортозамещения ожидать не приходится. Кроме того, даже учитывая эффект импортозамещения, надо сказать, что уровень арматуры, которой будут заменять импортную (имеется в виду специальную), будет недостаточно высокого качества. Такие длительные процессы, как инвестиции в предприятия, желающие выпускать да-

же лицензионную арматуру, могут растянуться на годы.

Наиболее вероятно, что многие предприятия-потребители арматуры будут вынуждены отложить инвестиционные приобретения качественной импортной арматуры. Это снизит совокупные доходы потребителей «С». Другим вероятным следствием будет то, что на рынок пойдет не новая арматура, а секонд хенд, неликвидная, контрафактная и т.п. Это способствует развитию серого импорта. Таким образом, своих целей государство, даже ставя таможенные барьеры, не добьется.

Конкретная динамика будет зависеть от упорства предприятий-потребителей в достижении своих целей по выпуску качественной, как правило, экспортоориентированной продукции и получения качественной арматуры.

Определение динамики развития на основе показателей ВВП

ВВП, по мнению многих экономистов, является одним из главных показателей общего экономического фона в стране, а тенденции его изменения служат достаточно прочной основой для долговременных прогнозов развития и строительства стратегии фирмы. Например, в вышеприведенном примере по анализу влияния изменения цен на энергоносители на мировом рынке была хорошо показана связь с ВВП и уменьшением общего роста экономики.

Рассмотрим, как можно сравнивать динамику развития

фирмы в зависимости от общего развития РФ или региона за предыдущие годы. Также можно рассмотреть, каковы перспективы отрасли по сравнению с общей экономической ситуацией или конкретной фирмы по сравнению со всей отраслью. Для таких оценок перспектив фирмы важно знать, находится ли отрасль на подъеме или на спаде. Основой оценки привлекательности отрасли является уровень прироста отрасли по сравнению с экономикой в целом.

Пример

Рассмотрим путь, по которому можно было бы проанализировать особенности роста компаний в связи с изменением темпа роста ближайших конкурентов и изменения ВВП.

Для начала следует исключить влияние внешних кризисов, понимая, что если продукция изучаемой нами арматурной фирмы была востребована до кризиса, то она достаточно быстро восстановит утраченные позиции.

Ряд сведений, таких как сведения по конкурентам, могут отсутствовать. Однако, отраслевая статистика, статистика ВВП, также как и данные по доходам собственной фирмы должны быть известны.

Лучше всего использовать данные об объеме произведенного ВВП, поскольку здесь отдельными строками приведены данные по слагаемым ВВП по разным группам отраслей. Требуется выбрать свою отрасль, в которой компания имеет сильные позиции, или отрасль, которую считает привле-

кательной – энергетика, строительство, транспорт и пр. Данные по отраслям, с дальнейшим дроблением на подотрасли можно получить из сборника «Социально-экономическое положение России», Федеральной службы государственной статистики, см., например, сайт www.gks.ru.

Для сопоставления динамики ВВП отрасли, нужно выделить показатели наиболее близких конкурентов и собственной фирмы. При этом рекомендуется строить графики попарных сравнений. Наиболее важными будут следующие графики:

– темп роста номинального ВВП в процентах к значению предыдущего года и темп роста производства в отрасли.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.