

Серия
«Прикладные информационные технологии»
Основана в 1997 г.

Главный редактор серии
доктор технических наук, профессор
СВ. Черемных

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Е.В. Калинкин, доктор экономических наук, профессор;
И.И. Попов, доктор технических наук, профессор

К читателю!

Очередной выпуск серии «Прикладные информационные технологии» открывает для широкого читателя новую, доступную прежде лишь узким специалистам область исследования — функционирование финансовых рынков. Опираясь на результаты системного анализа, выделяя структуру, функции, роли и функциональные обязанности участников этих рынков, а также показывая, как осуществляется процесс обмена сообщениями между ними, авторы разворачивают картину применения новейших инструментальных технологий, позволяющих эффективно выполнять функцию участников рынка, в том числе в экстремальных кризисных ситуациях. К таким технологиям, в первую очередь, следует отнести методы мультифрактального анализа.

Книга ориентирована, прежде всего, на специалиста, что отчасти противоречит общей направленности серии, адресованной более широкому кругу читателей; однако это видимое противоречие не мешает успешному восприятию данной работы как теми, так и другими. Читатель с общеэкономическим образованием может столкнуться с проблемой «терминологического» свойства — в книге много новых определений и терминов (русско- и англоязычных), выпадающих из минимума современных образовательных стандартов в экономической сфере.

В связи с этим, представляя очень современный и несомненно необходимый в настоящее время труд, хотелось бы порекомендовать заинтересованному, но не вполне подготовленному читателю, в первую очередь, познакомиться именно с терминами, которые, по большей части, не имеют ничего общего с общепринятой терминологией классического экономического и математического анализа. Без понимания того, что стоит за этим богатством определений, освоить материал книги довольно сложно. И все же, на наш взгляд, стоит попробовать. На то есть, по крайней мере, три причины. Во-первых, чисто терминологические проблемы в наше время решаются довольно просто с помощью ресурсов Интернета. Во-вторых, сама тема, отраженная в названии, — «Информационные технологии моделирования финансовых рынков» — интересна, с чем мало кто будет спорить.

Человечество не устает искать ключи к познанию законов функционирования финансовых рынков. Лежащие в основе этих законов процессы еще далеко не познаны, о чем свидетельствуют кризисы, повторяющиеся с пугающей закономерностью вот уже не одно десятилетие; и потому любой шаг в направлении познания этих процессов всегда интересен. И наконец, в-третьих, «проклятие терминологии», как правило, для широкой читающей публики на поверку оказывается не таким уж страшным.

Рекомендуем Вам, дорогой читатель, эту книгу, написанную на основе исследований, проводимых на протяжении ряда лет на кафедре «Информационные системы в экономике и менеджменте» факультета информатики Российской экономической академии (РЭА) им. Г.В. Плеханова, с использованием материалов дипломных работ, выполненных студентами под руководством заведующего кафедрой профессора В.П. Романова, и на основе курса лекций, прочитанного в магистратуре РЭА и бизнес-школе «Интеграл» при РЭА.

Читайте, размышляйте, сравнивайте, критикуйте и идите дальше — к мощнейшим по результатам и современным по существу информационным технологиям в Вашей предметной области.

Успехов Вам!

Черемных СВ.

Профессор, доктор технических наук,
Главный редактор серии
«Прикладные информационные
технологии»

Предисловие

В данной книге, выходящей в серии «Прикладные информационные технологии», читателю предлагаются новые математические модели и компьютерные технологии, которые только начинают появляться на рабочем столе аналитиков и трейдеров и в течение ближайших лет станут повседневными инструментами анализа финансовых рынков. Рассматривается роль фундаментальной экономической информации, исторических и оперативных данных с финансовых рынков при формировании инвестиционного портфеля трейдерами. В качестве примеров технологий автоматизации фундаментального анализа приводятся современные технологии Text Mining и мощные высокопроизводительные компьютерные системы по технологии Grid, обрабатывающие потоки новостной фундаментальной информации в режиме реального времени. Представлены новые системы и принципы автоматизации технического анализа, позволяющие на основе методов Data Mining, обучения сетей Кохонена и кластеризации выделять ценовые фигуры (чарт-паттерны) в финансовых временных рядах; приведены коммерчески доступные системы распознавания образов применительно к идентификации чарт-паттернов в финансовых временных рядах, такие, как системы Recognia и Chart Pattern Recognition for MetaStock .

В книге показана решающая роль моделей, в частности, рассмотрено мультиагентное моделирование — новый подход, содержащий как автономные, так и взаимодействующие агенты. Разработанная авторами мультиагентная модель рынка позволила «приоткрыть тайну» динамики развития кризисных ситуаций на финансовых рынках посредством задания модели значений параметров, которые приводят к таким ситуациям, а также раскрыть природу эмерджентных явлений в модели. Для практиков представит интерес модель, симулирующая получение инсайдерами сверхдоходов на финансовых рынках, а также информационная модель мультиагентной системы, построенной на основе языка UML, и описание программного продукта нового поколения AnyLogic.

В условиях кризиса глобальной экономики внимание читателя представлены алгоритмы, модели и технологии предсказания кризисных ситуаций на основе теории хаоса. Изложены несколько различных видов анализа; основное внимание уделено R/S-анализу, позволяющему отличать фрактальные временные ряды от других типов временных рядов путем раскрытия самоаффинной статистической структуры ряда. Разработанная авторами система открывает возможность практикам Интернет-трейдинга получать дополнительный доход при наступлении кризисных ситуаций на финансовых рынках. Предлагается также система предсказания кризисных ситуаций, основанная на вейвлет-анализе - мощном средстве выявления тенденций коherентного (согласованного) поведения трейдеров на финансовом рынке и краха финансового рынка, следующего за таким поведением.

Материал изложен максимально доступным языком. Читатель может опустить сложные математические расчеты и заострить **внимание** на практических примерах, приведенных в книге по каждой из систем и технологий моделирования финансовых рынков.

Авторы выражают признательность аспиранту Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова А.Ю. Алексееву, предоставившему материал по адаптивному автоматизированному рабочему месту трейдера SweetKit (материал дан в Приложении); а также А.С. Федорякову, внесшему большой вклад в данную работу: программы (включая FINMASIM), разработанные им в ходе дипломного проектирования под руководством одного из авторов пособия, профессора В.П. Романова, использованы в числе других программ. Необходимо также поблагодарить техника кафедры «Информационные системы в экономике и менеджменте» факультета информатики РЭА им. Г.В. Плеханова А.В. Лельчук за помощь в подготовке книги к печати.

Книга будет полезна студентам, аспирантам, преподавателям экономических вузов, лицам, обучающимся в магистратуре, финансовым аналитикам.

1 ГЛАВА

Структура, функции, участники и информационные потоки на рынках ценных бумаг

1.1. Место финансового рынка в общественном производстве

Определение финансового рынка. В общем виде *финансовый рынок* можно определить как совокупность экономических отношений его участников по поводу формирования, поддержания и обращения капитала. Под финансами рынками подразумеваются *рынок купонных и бескупонных облигаций*, *рынок акций* (фондовый рынок) и *валютный рынок*. Все перечисленные рынки взаимосвязаны между собой как части единого финансового механизма, в котором денежные средства перетекают из одного рынка в другой.

Финансовые рынки - это рынки посредников между первичными владельцами денежных средств и их конечными пользователями. В той части, в какой финансовый рынок основывается на деньгах как на капитале, он называется фондовым рынком, и в этом качестве выступает составной частью финансового рынка.

Функционирование финансовых рынков России обуславливается рядом факторов, а именно:

- ростом инвестиций в экономику страны;
- выходом России на международные рынки, влиянием тенденций глобализации;
- внедрением современных компьютерных технологий, повышением компьютерной и информационной вооруженности участников рынков.

Структура и функции рынка ценных бумаг. *Финансовый рынок* может быть:

- первичным и вторичным;
- организованным и неорганизованным;
- биржевым и внебиржевым;

- традиционным и компьютеризированным;
- кассовым и срочным.

Первичный рынок обеспечивает выпуск пенной бумаги в обращение; это ее первое появление на рынке, так сказать, стадия «производства» ценной бумаги.

На *вторичном рынке* обращаются ранее выпущенные ценные бумаги. Вторичный рынок — это совокупность любых операций с данными бумагами, в результате которых происходит постоянный переход прав собственности на них от одного владельца к другому.

Биржевой рынок — рынок, на котором торги осуществляются в форме аукциона, руководит торговыми специалистами. Это, например, NYSE (New York Stock Exchange — Нью-Йоркская фондовая биржа) и AMEX (American Stock Exchange - Американская фондовая биржа).

На *внебиржевом рынке* торги реализуются при помощи электронной системы; руководят торговыми маркет-мейкерами.

Срочный рынок ценных бумаг — это рынок с отсроченным, обычно на несколько месяцев исполнением сделки, в отличие от *кассового*, когда сделки оплачиваются сразу после их выполнения. Как правило, традиционные ценные бумаги (акции, облигации) обращаются на кассовом рынке, а контракты на производные инструменты рынка ценных бумаг — на срочном.

Рынок ценных бумаг выполняет две основные специфические функции:

- 1) перераспределение денежных средств от владельцев пассивного капитала к владельцам активного капитала;
- 2) перераспределение рисков между владельцами любых рыночных активов.

Обе функции осуществляются в заданных временных рамках.

Перераспределение рисков может быть **названо** функцией защиты (страхования) от риска, или, точнее, функцией хеджирования. Кроме того, рынок выполняет:

- информационную функцию, т.е. производит и доводит до участников рыночную информацию об объектах торговли и ее участниках;
- регулирующую функцию, т.е. создает правила торговли и участия в ней, порядок разрешения споров между участниками, устанавливает приоритеты, органы контроля или управления и т.д.

Фондовая биржа относится к участникам рынка ценных бумаг, организующим куплю-продажу этих бумаг, т.е. непосред-

ственно способствующим заключению гражданско-правовых сделок с ценными бумагами. По закону, фондовая биржа не может совмещать организацию торговли ценными бумагами с другими видами профессиональной деятельности на рынке ценных бумаг, кроме депозитарной и клиринговой.

1.2. Участники рынка ценных бумаг

Участники рынка ценных бумаг — это физические лица или организации, которые продают либо покупают ценные бумаги, обслуживаются их оборот и расчеты по ним.

Основу фондового рынка образуют эмитенты, выпускающие ценные бумаги, и инвесторы, вкладывающие в эти ценные бумаги свои средства. Эмитенты — это организации, выпускающие в обращение ценные бумаги (акции и облигации) с целью привлечения финансовых ресурсов, а также прибыльного размещения своих временно свободных денежных средств. Эмитентами могут выступать государство, его субъекты или коммерческие предприятия. Цель эмитента акций на первичном рынке ценных бумаг — размещение запланированного транша по максимально возможной цене. Разница между фактической совокупной ценой размещения серии новых акций и их совокупной номинальной стоимостью называется *учредительской прибылью*.

Эмитент должен:

- зарегистрировать свое предприятие или организацию в комиссии по ценным бумагам и биржам путем подачи **регистрационного** заявления с перечислением основных показателей финансового состояния и выполняемых операций;
- осуществлять эмиссию ценных бумаг;
- регулярно предоставлять и публиковать отчетность;
- предоставлять в регистрационный орган уведомления об итогах выпуска;
- передать на хранение в депозитарий эмитированные акции (это либо специальное подразделение, либо отдел хранения ценных бумаг брокерского дома);
- заключить соглашение с уполномоченным банком или инвестиционным банкиром, который выпускает все акции для последующей перепродажи.

Каждый, кто приходит на фондовый рынок с целью вложения капитала в ценные бумаги, называется *инвестором*. Физических лиц еще называют *частными инвесторами*, а юридических — *институциональными* (это инвестиционные, страховые, управляющие компании, инвестиционные и пенсионные фонды).

Цель покупателя акций (инвестора) на первичном рынке — купить подешевле надёжные акции наиболее перспективных предприятий, чтобы затем получить обильные дивиденды и **выиграть** в дальнейшем от роста стоимости ранее купленных ценных бумаг. Инвесторов в зависимости от целей инвестирования можно разделить на стратегических, портфельных и спекулянтов.

Портфельный инвестор формирует наборы ценных бумаг с целью получения дивидендов или последующей перепродажи по более высокой цене. *Спекулянты*, как правило, не ставят перед собой долгосрочных целей, рассчитывая главным образом на перепродажу по более высокой цене в будущие периоды. Цель *стратегического инвестора* — получить контроль над деятельностью акционерного общества, чтобы завладеть собственностью и получать доход от ее использования.

Инвестор должен:

- заключить с брокерским домом договор о брокерском обслуживании, подав заявление (клиентское соглашение);
- предоставить брокерскому дому сведения о себе;
- открыть счет либо в брокерском доме, либо в уполномоченном банке. Через этот счет брокером будут проводиться расчеты по операциям с акциями, а также будет осуществляться выплата комиссионных брокеру;
- передать на хранение депозит имеющихся у него акций либо в депозитарий, либо в отдел хранения ценных бумаг брокерского дома;
- получать и перерабатывать информацию о котировках акций и финансовых показателях компаний-эмитентов и принимать решения, касающиеся:
 - а) времени (момент вхождения на рынок);
 - б) ценных бумаг, с которыми намечено выполнять операции в момент вхождения на рынок;
 - в) вида ордеров (*bid/ask, put/call*) с этими операциями, объемах по каждой ценной бумаге и виде ордеров, выдаваемых брокеру.

Регистраторы — специализированные компании, уполномоченные вести реестр акционеров, т.е. списки владельцев цен-

ных бумаг с указанием имени каждого акционера и количества, номинальной стоимости и категории принадлежащих ему ценных бумаг.

Функции регистраторов:

- ведение списков владельцев ценных бумаг;
- внесение изменений в реестр акционеров, осуществляя переход права собственности.

Функционирование фондового рынка обеспечивают также *брокеры* — посредники в сделках купли-продажи ценных бумаг, и биржи, на которых происходят торги ценностями бумагами. Чтобы вложить свой капитал в ценные бумаги, инвесторы обращаются к брокерам, которые торгуют за счет клиента и получают за это вознаграждение. Брокеры используют для прогнозирования цен и принятия решений по покупке и продаже фундаментальный или технический анализ. Напомним, что *фундаментальный анализ* — направление в анализе ценных бумаг, которое стремится определить их истинные стоимости исходя из изучения связанных с ними экономических факторов (истинные стоимости сравниваются с текущими ценами с целью определения величин отклонения). *Технический анализ* — раздел анализа ценных бумаг, посвященный прогнозированию их цен исходя из отчетных данных о котировках и объемов сделок.

На фондовом рынке США принята следующая схема: открыв инвестиционный счет у брокера, клиент одновременно дает этому брокеру полномочия на ведение им *счета номинального держателя*. Покупая для клиента акции, брокер зачисляет их на свой счет номинального держателя, одновременно учитывая их на отдельном субсчете, принадлежащем клиенту. Этот отдельный субсчет называется *инвестиционным брокерским счетом*. Такая схема дает клиенту право получать дивиденды по этим акциям, участвовать в собраниях акционеров и т.п.

При продаже клиентом акций брокер перечисляет проданные акции на счет нового владельца или на счет номинального держателя другого брокера. В случае если покупателем окажется его же клиент, брокер проведет соответствующую операцию перевода ценных бумаг **внутри** своего счета номинального держателя — с субсчета одного **клиента** на субсчет другого. Обо всех изменениях состояния счета номинального держателя брокер уведомляет депозитарий, который хранит всю информацию о владельцах ценных бумаг.

Брокер должен (помимо обязанностей, присущих также инвестору):

- регистрировать ценные бумаги, предлагаемые для обмена на рынке;
- получать ценовые квоты;
- предъявлять ордера маркет-мейкеру;
- поддерживать перечень незакрытых ордеров;
- вести курсы *bid/ask*;
- поддерживать волатильность за счет собственных средств;
- осуществлять сделки и переход права собственности.

Дилер называется профессиональный участник рынка ценных бумаг, осуществляющий дилерскую деятельность. *Дилерской деятельностью* признается совершение сделок купли-продажи ценных бумаг от своего имени и за свой счет путем публичного объявления цен покупки и (или) продажи определенных ценных бумаг с обязательством покупки и (или) продажи определенных ценных бумаг по ценам, объявленным лицом, осуществляющим такую деятельность.

Дилером может быть только юридическое лицо, обязательно являющееся коммерческой организацией. Доход дилера складывается из разницы иен продажи и покупки, вследствие чего дилеру необходимо постоянно отслеживать меняющуюся ситуацию на рынке ценных бумаг.

Дилер должен:

- управлять портфелем имеющихся у него в наличии ценных бумаг;
- получать расчетные данные от модели оптимизации портфеля относительно желательных изменений в составе портфеля в связи со вновь поступившими данными;
- получать необходимые ценовые квоты;

Маркет-мейкер — брокер, осуществляющий сделки на бирже от своего имени и за свой счет. В его обязанности входит поддержание двусторонней котировок в ходе торговой сессии. Это означает, что он заключает сделки не только с целью, например, приобретения акций, но и с тем, чтобы для участников рынка «прозвучала» цена последней сделки.

Маркет-мейкер объявляет наилучшую цену и количество акций, которые предлагаются в настоящий момент на продажу (*ask* и *ask size*) и наибольшую цену и количество акций (*bid* и *bid size*), которые желают купить в настоящий момент брокеры,

выполняющие заявки своих клиентов. Важно помнить, что на этом рынке маркет-мейкер будет выставлять на обозрение только текущие операции *bid* и *ask*, которые предоставлены ему заинтересованными сторонами.

Маркет-мейкер должен:

- поддерживать список ордеров, поступивших от брокеров;
- регистрировать ценные бумаги, доступные для обмена.

Акции торгуются, т.е. приобретаются и продаются на специальных торговых площадках — биржах. *Биржа* как организация, уполномоченная обеспечивать процедуру заключения сделок купли-продажи, заинтересована в своевременных расчетах между брокерами.

Участники допускаются к торгам только после внесения обеспечения денежными средствами или цennymi бумагами. Такая форма организации торговли, гарантирующая своевременность и полноту расчетов, называется *торговлей с предварительным обеспечением*. Торговая система (электронная система) в отличие от биржи, позволяет участникам торгов выставлять встречные котировки и заключать сделки, но не осуществлять расчеты по ним. Контроль за соблюдением данной процедуры возлагается на клиринговые компании.

Клиринговые компании оказывают услуги по определению взаимных денежных обязательств после совершения операций на *организованном* рынке ценных бумаг. Также они обслуживают операции на торговых площадках. Клиринговая система, которая функционирует в составе торговой системы, обеспечивает немедленное перечисление акций со счета продавца на счет покупателя и перевод денег со счета покупателя на счет продавца. Клиринговые компании определяют взаимные денежные обязательства и проводят взаимные расчеты между зарегистрированными участниками рынка. Расчеты по ценным бумагам проводятся расчетными депозитариями, а расчеты по денежным средствам — при помощи расчетных банков. Депозитарии ведут учет прав собственности на ценные бумаги. В отличие от регистратора, который сотрудничает с эмитентом, депозитарии работают по договору с инвестором и клиентом, оказывают услуги по хранению сертификатов ценных бумаг, а также учету и переходу прав на ценные бумаги.

Частный инвестор, совершающий покупку ценных бумаг, должен открыть счет «депо» - средство учета депозитарных операций - для перевода на него приобретенных ценных бумаг.

Причем, если сделка совершается на внебиржевом рынке, то инвестор имеет право выбора депозитария. В случаях операций на биржевых площадках используется определенный депозитарий, обслуживающий сделки на данной бирже. Однако некоторые брокеры, имея депозитарную лицензию, могут предлагать своим клиентам и услуги депозитария.

Депозитарий совершает операции по учету и переводу прав собственности на ценные бумаги за вознаграждение — *депозитарный сбор*.

Номинальный держатель — компания, предоставляющая другим участникам рынка свой счет в депозитарии для хранения ценных бумаг. Например, брокер может быть одновременно номинальным держателем. Это позволяет инвестору не открывать отдельного счета владельца ценных бумаг в депозитарии и существенно упрощает процедуру проведения сделок купли-продажи акций. Однако, несмотря на то, что инвестор не имеет собственного счета владельца ценных бумаг в депозитарии, именно он, а не брокер, выступает для депозитария владельцем купленных акций со всеми правами и обязанностями владельца ценных бумаг. Основной функцией номинального держателя является предоставление счета для хранения ценных бумаг.

1.3. | Операции на рынке ценных бумаг

Форвардным контракт. Договор купли-продажи (поставки) какого-либо актива через определенный срок в будущем называется *форвардным контрактом*. Это срочный договор с обязательным исполнением каждой стороной договора, т.е. твердая сделка. Форвардные контакты заключаются между двумя сторонами. Цена актива, подлежащего поставке в будущем, или *форвардная цена контракта*, обычно устанавливается в момент заключения сделки.

Одной из сторон контракта всегда выступает *банк-дилер* (или маркет-мейкер). Тот, кто заключает контракт на условиях получения депозита (основной суммы), называется «покупателем», а сам процесс его заключения — «покупкой» контракта. Тот, кто заключает контракт на условиях внесения депозита (основной суммы), называется «продавцом», и говорят, что он «продает» контракт.

Поскольку расчет (исполнение) по процентному форвардному контракту производится в начале внесения (предоставления) депозита, а дифференциальный доход относится к будущему периоду действия депозита, поскольку этот доход должен быть приведен (дисконтирован) на дату расчета по контракту.

Форвардные контракты дают владельцу право и обязанность купить или продать данные ценные бумаги по заданной цене и в указанную дату (или ранее). *Длинная позиция* по контракту предусматривает покупку ценных бумаг на определенную дату; предполагается, что цены вырастут. *Короткая позиция* по контракту предусматривает продажу на определенную дату; предполагается, что цены упадут. Форвардные контракты должны принести прибыль больше 0.

С форвардными контрактами тесно связаны *фьючерсные контракты*, заключающиеся на товары, торговля которыми производится, например, на биржах РТС (Российская товарно-сырьевая биржа) или СВОТ (Chicago Board of Trade). Фьючерсы отличаются от форвардных контрактов большей гибкостью в отношении сроков, когда может быть произведено закрытие короткой позиции продажей соответствующих активов.

Цена форвардных контрактов растет со временем со скоростью, которая определяется уровнем процентной ставки r , поскольку сторона, которая владеет активом, должна ее поддерживать.

Форвардная цена /^{актива} S_0 при условии нулевой прибыли составляет через период времени T

$$F_0 = S_0 e^{rT},$$

где r — безрисковая процентная ставка.

Цена форвардного контракта становится меньше в случае, когда за активы выплачиваются дивиденды в соответствии со ставкой q :

$$F_0 = S_0 e^{(r-q)T}.$$

Если владельцу актива выплачивается сумма в размере / за период времени T , тогда стоимость форвардного контракта составит:

$$F_0 = (S_0 - I) e^{(r-q)T}.$$

Опцио́нный контракт — это договор, в соответствии с которым одна из сторон, называемая *владельцем* (или покупателем), получает право купить (продать) какой-либо актив по установленной иене (пене исполнения) до определенной в будущем даты или на эту дату у другой его стороны, называемой *подписчиком* (или продавцом), или право отказаться от исполнения сделки с уплатой за эти права подписчику некоторой суммы денег, называемой *премией*.

Опцио́нный контракт часто для краткости называют просто опцио́ном, что не совсем точно, так как понятие опцио́на шире, чем понятие опцио́нного контракта. Опцио́н, который дает право купить актив, называется *опцио́ном на покупку* или *опцио́ном кош*, или просто *коллом*. Опцио́н, дающий право продать актив, называется *опцио́ном на продажу* или *опцио́ном пут*, или просто *путом*.

Актив, который лежит в основе опцио́на, всегда имеет две цены: текущую рыночную цену, или *цену спот* (цена, по которой товар реализуется с немедленной оплатой), и цену исполнения, зафиксированную в опцио́не, по которой последний может быть исполнен. Ценою самого опцио́на является его премия, а не цена актива, лежащего в основе опцио́на. Опцио́н имеет срок действия, ограниченный датой *экспирации*, т.е. датой окончания срока действия.

Опцио́н пут позволяет продать активы по некоторой цене к определенной дате. Опцио́н колл позволяет купить актив по некоторой цене к определенной дате. Выделяют следующие типы опцио́нов:

- *американские* опцио́ны могут быть исполнены до указанной даты;
- *европейские* опцио́ны исполняются строго на указанную дату.

Большая часть опцио́нов является американской, но цены европейских опцио́нов легче определить. Основная часть фьючерсов и опцио́нов оформляется в денежном выражении вместо отгрузки реальных товаров.

Доход от длинной позиции (опцио́н покупки) по цене K при текущей цене S составляет $\max(S - K, 0)$. Прибыль будет получена, в случае если текущая цена выше, чем та, на которую был заключен контракт. Доход от короткой позиции: $m(K - S)$. Хеджеры могут использовать опцио́ны, чтобы уменьшить риск, заключающийся в снижении цепи активов, которыми они владеют, купив на них опцио́н пут. Спекулянты могут использо-

вать опцио́ны для игры на рынке при изменении цен, в частности путем покупки опцио́на пут в расчете на падение цены. Арбитражеры осуществляют страхование сделок и могут использовать опцио́ны для снижения риска посредством формирования портфеля, бумаги в котором изменяются в цене несогласованно. Объем *открытых позиций* по опцио́нам различного вида может говорить об ожидаемых тенденциях на рынке.

Своп, или *своп-контракт*, — это договор обмена базовыми активами и (или) платежами на их основе в течение установленного периода, в котором цена одного из активов является твердой (фиксированной), а цена другого — переменной (плавающей), или же обе эти цены являются переменными. Своп может состоять из одного обмена на протяжении своего срока действия, но обычно он состоит из серии обменов и платежей через установленные промежутки времени. Сторона, для которой расчеты проводятся по твердой ставке (цене) называется *покупателем* свопа; сторона контракта, обязанная платить по плавающей ставке (цене), называется *продавцом* свопа.

Ликвидность свопа обеспечивается наличием финансовых посредников, так называемых *своповых дилеров*, или *своповых банков*, которые одновременно выступают дилерами и по многопериодным опцио́нам, что создает благоприятные возможности для комбинированного использования этих производных инструментов.

Свопы относятся к классу срочных сделок, или срочных контрактов, так как заключаются на несколько лет. Однако в отличие от фьючерсных контрактов они не обращаются на биржах и не являются биржевыми сделками.

1.4.

Виды сообщений, которыми обмениваются участники финансового рынка

Институциональные и ритейловые клиенты, перепродающие активы розничным клиентам, контактируют с брокером, передавая ему свои заявки. Брокеры обычно производят операции при помощи следующих видов документов:

- Market orders (ордер по рыночной иене) - требование купли-продажи немедленно по наилучшей текущей цене.
- Limit orders (лимитированный ордер) - требование трейдинга по данной или лучшей цене, по которой продаются или покупаются активы. Ничего не происходит, пока интересы продавца и покупателя не совпадут.
- Stop or stop-loss order (стоп ордер) становится рыночным заказом, когда заданная цена достигается на рынке при падении цен. Это позволяет инвестору минимизировать его потери при изменении цен на рынке, однако не гарантирует ему заданной цены.
- Market-if-Touched order (MIT) (ордер «по достижении определенного рыночного курса») становится рыночным заказом, когда заданная цена достигается при изменении в сторону роста. Это позволяет инвестору извлекать прибыль, когда это возможно, но не гарантирует ему заданной цепы.

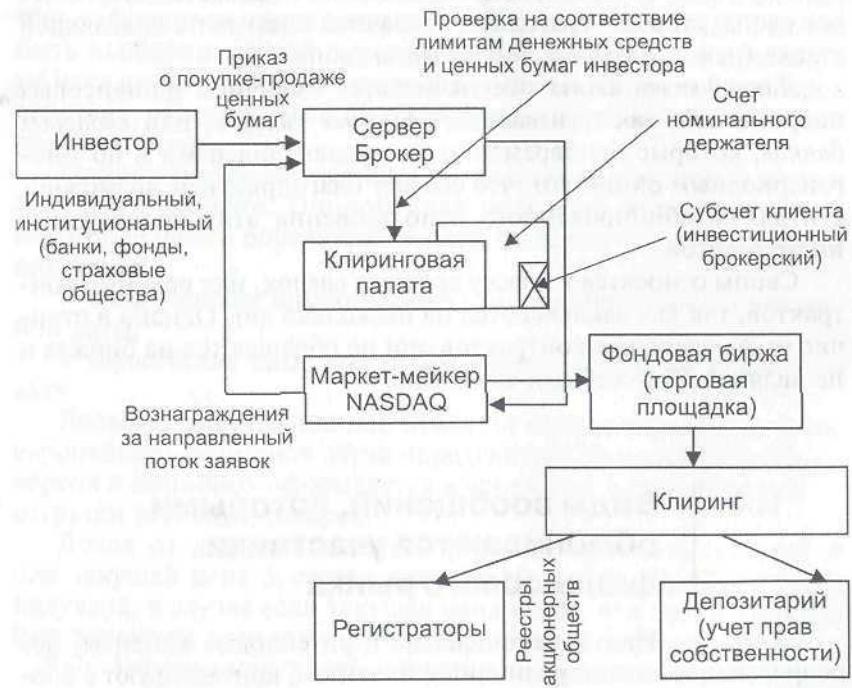


Рис. 1.1. Схема взаимодействия участников рынка

После того как заказ, инициированный инвестором, передан брокеру, он проходит следующие стадии (рис. 1.1):

- 1) маршрутизация заказов;
- 2) выполнение на рынке операций, обусловленных заказом;
- 3) клиринг (проведение биржевых расчетов по сформированной сделке);
- 4) окончательное оформление сделки.

Маршрутизация включает в себя передачу заказа (ордера) от брокера, которому он передан, рыночному агенту, ответственному за исполнение ордера. Исполнение включает согласие на обмен ценными бумагами.

Брокерские компании, получив заказ от клиентов, направляют его для **исполнения** к маркет-мейкеру внебиржевого рынка NASDAQ (National Association of Securities Dealers Automated Quotation - Автоматизированные котировки Национальной ассоциации дилеров по ценным бумагам) или дилеру на «третьем» рынке (если акции из листинга NYSE и AMEX). Крупнейший интернет-бронкер, Charles Schwab Corp., как правило, вообще посыпает большинство полученных заказов своему собственному маркет-мейкеру, Mayer & Sweitzer, который является его отделением.

Большинство интернет-бронкеров, таких как E-Trade Group Inc, Ameritrade Holding Corp. и Toronto-Dominion Bank's Waterhouse Securities Inc., не исполняют получаемых ими заказов, вместо этого ордер посыпается маркет-мейкерам.

В зависимости от механизма организации биржевой торговли и техники заключения сделок факт купли-продажи ценных бумаг в операционном зале биржи оформляется либо маклерской запиской, подписанной участниками сделки, с соответствующей записью в операционном журнале, либо подписанием договора купли-продажи между бронкерами, либо занесением проведенной операции в компьютерную систему и выдачей сторонам соответствующей бумажной распечатки.

Право собственности покупатель получает лишь в момент исполнения сделки, а до этого времени собственником ценных бумаг является продавец.

Перед операцией клиринга происходит сверка всех параметров заключенной сделки. Участники должны ознакомиться с условиями сделки и урегулировать все возникшие расхождения, если таковые имеются. Особенno возможны различного рода ошибки и случайности, когда сделки заключаются в устной форме.

На этапе сверки стороны обычно обмениваются сверочными документами, где воспроизводятся все условия сделки. Чаше всего обмен сверочными документами осуществляется не непосредственно между сторонами, а с помощью биржи. Если в документах, полученных брокером после заключения сделки, нет расхождений с документами, полученными от другой стороны, то сверка считается успешной.

Следующий этап сверки - подведение всех необходимых вычислений по сделке. При этом прежде всего определяется общая сумма заключенной сделки путем умножения цены одной бумаги на общее количество ценных бумаг. Эту сумму можно назвать *номинальной ценой сделки*.

При выполнении операции покупки дилер также уплачивает налог на операции с ценными бумагами, если это предусмотрено действующим законодательством, а также биржевой сбор (если таковой предусмотрен). Продавец получает номинальную сумму сделки за вычетом налога на операции с ценными бумагами и биржевого сбора (если это предусмотрено).

Для клиентов, по поручению которых осуществляются сделки, помимо названных налогов и сборов, номинальная сумма сделки должна быть откорректирована на величину комиссионного вознаграждения брокера. Цена покупки при этом увеличивается для покупателя на величину комиссионных, а для продавца цена продажи уменьшается на ту же величину.

После того как произведены вес необходимые вычисления, продавцу необходимо передать ценные бумаги покупателю, а покупателю перечислить деньги на счет продавца. Если бы каждая сделка исполнялась отдельно от других сделок, то на современных крупных биржах потребовалось бы ежедневно производить десятки тысяч перемещений пенных бумаг от продавцов к покупателям и биржи просто захлебнулись бы в такой лапине документооборота. Поэтому практически все крупные биржи применяют систему взаимных зачетов встречных требований с целью снижения количества платежей и поставок ценных бумаг. Эта процедура называется *клирингом*.

Клиринг завершает передачу (транзакцию) посредством проверки доступности ресурсов участников сделки и фактического обмена ценными бумагами. Важную роль в этом процессе играет механизм формирования цены, используются два разных механизма — дилерский рынок и аукционный рынок. На аукционном

рынке рыночный специалист действует как медиатор и не является владельцем продаваемых ценных бумаг. На рынке типа «двойного аукциона» (форма аукциона, в котором цены предлагают как покупатели, так и продавцы ценной бумаги) рыночный специалист действует как аукционер, обеспечивающий сопоставление заявок и достижение согласия по цене на ценные бумаги.

При системе многостороннего клиринга клиринговая корпорация определяет для каждого участника так называемую *позицию* - разность (сальдо) между всеми требованиями и всеми обязательствами данного участника по сделкам за установленный период времени (например, за один биржевой день). Если сальдо положительное, т.е. объем требований данного участника превышает его обязательства по сделкам, то говорят, что участник имеет *длинную позицию*. Если участник клиринга должен больше, чем должны ему, то это значит, что он имеет *короткую позицию*. Если сальдо равно 0, то позиция считается *закрытой*.

По итогам многостороннего взаимозачета выявляется, какую сумму денежных средств или ценных бумаг должен получить каждый участник на завершающем этапе сделки. Однако чаще всего клиринговая организация выступает не только в качестве расчетного центра, а берет на себя функцию урегулирования позиций участников сделки, т.е. окончательные поставщики ценных бумаг и плательщики денежных средств рассчитываются не друг с другом, а с клиринговой организацией, последняя, в свою очередь, рассчитывается уже с каждым участником.

Последним этапом заключения сделки является ее исполнение, т.е. поставка ценных бумаг покупателю и перевод денежных средств продавцу. День исполнения сделки фиксируется при заключении сделки; причем все кассовые сделки, заключенные на фондовую бирже в течение одного дня, должны исполняться также в один день. Итак, любая сделка должна завершаться поставкой ценных бумаг покупателю и переводом денег на счет продавца.

Исполнение сделки предполагает встречное выполнение обязательств продавцом и покупателем. Ценные бумаги крупных компаний, имеющие обширный вторичный рынок, обычно хранятся в специально созданных для этих целей депозитариях. Продавец ценных бумаг, которые хранятся в депозитарии, дает указание депозитарию перевести их на счет покупателя.

Если сделки купли-продажи осуществляются с помощью клиринговой организации, то такое распоряжение в депозита-

рий поступает от этой организации. Депозитарий по этому по-ручению осуществляет перевод этих ценных бумаг на счет нового владельца. При этом сами ценные бумаги и сертификаты на них остаются без движения в хранилищах депозитария, т.е. физического движения ценных бумаг не происходит.

Обычно депозитарий обслуживает не одну, а несколько бирж, что позволяет брокерам вести торговлю ценностями бумагами на разных биржах, имея один счет «депо» в депозитарии, обслуживающем эти биржи. На современном профессиональном фондовом рынке подавляющее большинство поставок ценных бумаг осуществляется способом перевода их в депозитариях по соответствующим счетам «депо».

1.5. Взаимодействие брокера и инвестора

Открытие брокерского инвестиционного счета аналогично открытию счета в банке, можно даже сказать, что открытие счета у американской брокерской фирмы аналогично открытию счета отечественной фирмы. В общем случае существует два способа покупки ценных бумаг — через денежный счет (Cash account) и через маржинальный счет (Marginal account). С денежного счета инвестор покупает акции за наличные деньги, с маржинального — наполовину за наличные, а другую половину — за счет кредита брокера.

Получив документы **клиента** и (в случае одобрения) открыв счет, брокер отправляет ему Идентификатор пользователя (userid, login) и пароль (password) для входа в систему. Идентификатор остается за пользователем постоянно, а пароль он вправе поменять сразу после первого входа в систему онлайновой торговли брокера. После этого клиенту остается только перечислить на банковский счет брокера соответствующую его финансовым возможностям сумму, указав свою фамилию и номер счета, и он может покупать акции.

Обычно брокер осуществляет заключение сделок на основных американских рынках: NYSE, AMEX и NASDAQ. Некоторые проводят сделки на рынке РТС.

Получение котировок. Все сетевые брокеры обеспечивают своим клиентам получение котировок акций в режиме реального

времени. У некоторых эта услуга входит в стандартный сервис и предоставляется бесплатно, другие брокеры **бесплатно** предоставляют только котировки, задержанные на 20 мин., а реальные - за **отдельную** плату (обычно около 30 долл. в месяц). Третьи позволяют сделать бесплатно ограниченное число запросов (например, 100 раз) на котировки; если клиент хочет получать котировки чаще, то это делается за отдельную плату. Форма представления котировок, отображаемых на web-странице, у каждого брокера своя, но содержание остается одинаковым.

При необходимости пересмотра портфеля инвесторы получают от брокера следующую информацию (по каждой из запрошенных акций):

- date — время котировки;
- symbol — тикер-символ ценной бумаги;
- price — цену последней сделки с этой бумагой (иногда это поле называется last price или просто last);
- change — изменение цены по отношению к цене закрытия предыдущего торгового дня;
- bid — наибольшая цена, по которой покупают данную бумагу;
- ask — наименьшая цена, по которой продают данную бумагу;
- open — цена открытия;
- high — наивысшая цена сделки за торговую сессию;
- low — наименьшая цена сделки за торговую сессию;
- volume — совокупный объем торговли за торговую сессию.

Мониторинг текущего состояния счета. Для того чтобы инвестор мог оценивать и контролировать состояние своего счета, расчитывать свои покупательные силы и текущую величину собственного капитала, сетевые брокеры используют страницы мониторинга текущего состояния счета клиента. Обычно такие страницы называются Account Balances (Баланс счета) или Account Information (Информация о счете). Форма представления информации на этих страницах у каждого брокера своя, но **инвестор** всегда может увидеть здесь детализированные данные о своей покупательной силе и величине имеющегося у него капитала.

Обновление информации, касающейся счета инвестора, может происходить либо ежедневно после закрытия торговой сессии, либо сразу по совершении сделки в режиме реального времени. Это зависит от ориентации брокера на долгосрочных

инвесторов, совершающих всего несколько сделок в месяц, или на спекулянтов, заключающих по несколько сделок в день. В любом случае в начале каждого торгового дня инвестор располагает полной и достоверной информацией о своем финансово-вом положении. Чаще всего информация о счете клиента представлена в виде, аналогичном простому бухгалтерскому балансу, который, в свою очередь, основан на бухгалтерском уравнении:

$$\text{Assets} - \text{Liabilities} = \text{Capital (Equity)}$$

(Активы — Обязательства = Капитал).

Данный баланс обновляется после торгового дня и удовлетворяет вышеприведенному уравнению. Обновление касающейся счета информации лишь по окончании торгов имеет определенное преимущество. В этом случае инвестор может ввести несколько ордеров на общую сумму, превышающую его покупательную способность, например, несколько лимит-ордеров на покупку одинаково привлекательных акций. При этом достижение ценой данных денежных бумаг цены, указанной в ордерах, равновероятно.

Очевидно, что в такой ситуации никто не скажет, какая акция первой достигает требуемой цены. Из нескольких введенных инвестором ордеров будет выполнен только тот, чье условие оказалось выполненным первым по времени. Остальные ордера будут просто аннулированы ввиду недостаточности средств. Если бы баланс счета обновлялся в реальном времени, инвестор смог бы ввести лишь один лимит-ордер, так как после этого все средства на счете были бы зарезервированы именно под этот первый ордер и система не приняла бы от инвестора других распоряжений, мотивируя это недостатком средств.

Терминология, используемая в представлении баланса, примерно одинакова. К счету инвестора привязано три субсчета:

- Cash account, где учитываются немаржинальные ценные бумаги и деньги или все бумаги, если у инвестора не открыт маржинальный счет;
- Long Margin account, где учитываются купленные маржинальные ценные бумаги (длинная позиция);
- Short Margin account, где учитываются проданные в короткой позиции ценные бумаги.

Существуют различные варианты покупательной способности инвестора.

Cash or Option Buying Power — наличные деньги или покупательная способность по опционам, а также количество денег, которое инвестор может использовать для покупки немаржинальных ценных бумаг или опционов или изъять со счета для личных нужд.

Margin Buying Power — маржинальная покупательная способность — количество денег, которое инвестор может использовать для покупки маржинальных ценных бумаг. Эта величина равна удвоенной величине Cash or Option Buying Power и также уменьшена на сумму всех открытых ордеров. Иногда два выше-перечисленных показателя даются без учета открытых ордеров; но тогда в них указываются значения, называемые Buying Power w/o, или остаток покупательной силы после вычета суммы открытых ордеров.

Free Credit Balance — свободный кредитовый баланс — количество денег, которое инвестор может снять со своего брокерского счета; при этом данная операция не влечет за собой начисления процентов. Эта величина равна сумме перечисленных инвестором денег (Money Fund Balance) и результатов торговой деятельности. Она также уменьшается на сумму открытых ордеров.

Market Value Long — рыночная стоимость длинной позиции — общая рыночная стоимость ценных бумаг в портфеле инвестора (не включая стоимости опционов).

Market Value Short — рыночная стоимость короткой позиции — общая рыночная стоимость ценных бумаг в портфеле инвестора, по которым открыта короткая позиция.

Account Equity — капитал — общая стоимость капитала инвестора, включая все типы счетов и всевозможные расходы, но без позиций по опционам.

Account Equity Percent — доля собственного капитала на счете — общая доля собственного капитала на всех типах счетов (cash, margin, short) в процентах, включая расходы.

Cash Account Balance — баланс денежного счета показывает, на какую сумму был дебетован или кредитован денежный счет инвестора, баланс денежного рынка (Money Market Balance), средства инвестора на денежном рынке.

Loan Available — доступный кредит — величина доступного кредита для маржинального счета инвестора, если таковой счет имеется.

Open Outstanding Calls — непокрытые требования — требования произвести добавление средств на денежный счет. Они возникают в тот момент, когда собственный капитал на денежном счете уменьшается (в силу убытков) до уровня минимальных маржинальных требований.

Requirement Open Buy Ords — стоимость открытых ордеров — показывает 100% стоимости (требуемых денег) открытых ордеров на покупку, если открыт только Cash account, или 50% стоимости открытых ордеров в случае Margin account.

Current Balances — текущие балансы (или Net Account Balance — чистый баланс счета) — итоговые цифры по всем субсчетам.

Net Market Value — чистая рыночная стоимость - рыночная стоимость всех ценных бумаг минус рыночную стоимость ценных бумаг, по которым открыта короткая позиция.

Account Adjustments — корректировки счета — разность между рыночной стоимостью коротких позиций и средствами от открытия коротких позиций (другими словами, прибыль/убыток от коротких позиций).

Equity - собственный капитал — рыночная стоимость всех ценных бумаг минус всевозможные обязательства.

Equity Percent - доля собственного капитала в процентах на cash, margin и/или short счетах. Иногда этот показатель называется Account ratio или Margin ratio.

2 ГЛАВА

Управление инвестиционным портфелем

2.1. Цель формирования инвестиционного портфеля

Основная задача трейдера состоит в извлечении прибыли путем инвестиций в различные финансовые инструменты. Управление инвестиционным портфелем можно определить как вложение определенных денежных средств в настоящий момент времени с целью получить максимальный доход в будущем при определенном уровне риска. Под инвестиционным портфелем при этом понимается целенаправленно сформированная в соответствии с определенной инвестиционной стратегией совокупность вложений в инвестиционные объекты. Основная цель такой стратегии — обеспечить реализацию разработанной инвестиционной политики путем подбора наиболее эффективных и надежных инвестиционных вложений.

Инвестиционный процесс - это механизм взаимодействия участников, предлагающих инвестиции, и тех, кто представляет спрос на эти инвестиции.

Первый этап инвестиционного процесса завершается выбором потенциальных видов финансовых активов для включения в основной портфель. Выбор должен учитывать цели инвестирования, объем инвестируемых средств и статус инвестора как налогоплательщика.

Второй этап, известный как анализ ценных бумаг, включает изучение отдельных видов ценных бумаг в рамках стратегии инвестора. Как уже говорилось, существуют два основных подхода к оценке ценных бумаг: технический и фундаментальный анализ.

Третий этап - формирование портфеля ценных бумаг, включающее в себя определение конкретных активов для вложения средств, а также пропорций распределения инвестируемого капитала между активами.

Четвертый этап — пересмотр портфеля — связан с периодическим повторением трех предыдущих этапов, так как цели инвестора могут меняться.

Пятый этап инвестиционного процесса — оценка эффективности портфеля - включает периодическую оценку как полученной доходности, так и показателей риска, с которыми сталкивается инвестор.

Инвестиционная среда — финансовая структура, в которой оперируют инвесторы, состоящая из обращающихся на рынке ценных бумаг, способов и условий их покупки и продажи.

Главная цель при формировании портфеля - достичь оптимального сочетания между риском и доходом для инвестора. Если ценная бумага надежна, то доходность ее будет низкой, и наоборот — приобретение высокодоходных ценных бумаг сопряжено с высоким уровнем риска. Методом снижения риска серьезных потерь служит диверсификация портфеля, т.е. вложение средств в проекты и ценные бумаги с различными уровнями надежности и доходности; когда возможные невысокие доходы по одному элементу портфеля компенсируются высокими доходами по другому. В портфель включается множество различных элементов, не связанных тесно между собой, что позволяет избежать синхронности циклических колебаний их деловой активности.

Оптимальное количество элементов портфеля зависит от возможностей инвестора, наиболее распространенная величина — от 8 до 20 элементов.

Управление портфелем представляет собой процесс реализации определенных связей между его элементами, т.е. определение, установление, регулирование и развитие соотношений между этими элементами, обеспечивающих достижение поставленных целей.

Рассматривая вопрос о формировании портфеля, инвестор должен определить для себя значения основных параметров, которыми он будет руководствоваться. К ним относятся:

- 1) тип портфеля;
- 2) соотношение риска и доходности портфеля;
- 3) состав портфеля;
- 4) схема управления портфелем.

Рассмотрим последовательно эти параметры.

Типы портфеля. Выделяют три основных типа портфеля (рис. 2.1):

1) портфель роста — портфель, направленный на преимущественный прирост курсовой стоимости входящих в него инвестиционных ценностей;

2) портфель дохода - портфель, ориентированный на преимущественное получение дохода за счет процентов и дивидендов;

3) портфель роста и дохода. Формирование данного портфеля осуществляется во избежание возможных потерь на фондовом рынке, как от падения курсовой стоимости, так и от низких дивидендных или процентных выплат.

Портфель роста формируется из акций компаний, курсовая стоимость которых растет. Цель данного типа портфеля — рост капитальной стоимости портфеля вместе с получением дивидендов. Однако дивидендные выплаты производятся в небольшом размере, поэтому именно темпы роста курсовой стоимости совокупности акций, входящей в портфель, и определяют виды портфелей данной группы:

- портфель агрессивного роста нацелен на максимальный прирост капитала. В состав данного типа портфеля входят акции молодых быстрорастущих компаний. Инвестиции в данный тип портфеля достаточно рискованы, но вместе с тем они могут приносить самый высокий доход;

- портфель консервативного роста — наименее рискованный среди портфелей данной группы. Состоит, в основном, из акций крупных, хорошо известных компаний, характеризующихся, хотя и невысокими, но устойчивыми темпами роста курсовой стоимости. Состав портфеля остается стабильным в течение длительного периода времени. Нацелен на сохранение капитала;

- портфель среднего роста представляет собой сочетание инвестиционных свойств портфелей агрессивного и консервативного роста. В данный тип портфеля включаются, наряду с надежными цennymi бумагами, приобретаемыми на длительный срок, рискованные фондовые инструменты, состав которых периодически обновляется. При этом обеспечивается средний прирост капитала и умеренная степень риска вложений. Надежность обеспечивается цennymi бумагами консервативного роста, а доходность — цennymi бумагами агрессивного роста. Данный тип портфеля является наиболее распространенной моделью портфеля и пользуется большой популярностью у инвесторов, не склонных к высокому риску.

Портфель дохода ориентирован на получение высокого текущего дохода — процентных и дивидендных выплат. Портфель дохода составляется, в основном, из акций дохода, характеризующихся умеренным ростом курсовой стоимости и высокими дивидендами, из облигаций и других ценных бумаг, инвестиционным свойством которых являются высокие текущие выплаты. Особенность этого типа портфеля в цели его создания — получении соответствующего уровня дохода, величина которого соответствовала бы минимальной степени риска, приемлемого для консервативного инвестора; поэтому объектами портфельного инвестирования являются высоконадежные инструменты фондового рынка с высоким соотношением стабильно выплачиваемого процента и курсовой стоимости:

- портфель регулярного дохода формируется из высоконадежных ценных бумаг и приносит средний доход при минимальном уровне риска;
- портфель доходных бумаг состоит из высокодоходных облигаций корпораций, ценных бумаг, приносящих высокий доход при среднем уровне риска.

Портфель роста и дохода. Формирование данного типа портфеля осуществляется во избежание возможных потерь на фондовом рынке как от падения курсовой стоимости, так и от низких дивидендных или процентных выплат. Одна часть финансовых активов, входящих в состав данного портфеля, приносит владельцу рост капитальной стоимости, а другая — доход. Потеря одной части может компенсироваться возрастанием другой. Охарактеризуем виды данного типа портфеля:

- портфель двойного назначения включает бумаги, приносящие его владельцу высокий доход при росте вложенного капитала. В данном случае речь идет о ценных бумагах инвестиционных фондов двойного назначения. Они выпускают собственные акции двух типов, первые приносят высокий доход, вторые — прирост капитала. Инвестиционные характеристики портфеля определяются значительным содержанием данных бумаг и портфеле;
- сбалансированный портфель предполагает сбалансированность не только доходов, но и риска, который сопровождает операции с цennыми бумагами, и потому состоит в определенной пропорции из ценных бумаг с быстрорастущей курсовой стоимостью и из высокодоходных ценных бумаг. В состав портфеля могут включаться и высоко рискованные ценные бумаги. Как правило, в

состав данного портфеля входят обыкновенные и привилегированные акции, а также облигации. В зависимости от конъюнктуры рынка в те или иные фондовые инструменты, включенные в данный портфель, вкладываются большая часть средств.

После выбора типа портфеля инвестор должен определить наиболее предпочтительное для себя соотношение риска и доходности элементов этого портфеля. Причем в зависимости от намерений инвестора доли раз недоходных элементов могут варьироваться. Это вытекает из общего принципа функционирования инвестиционного рынка: чем более высокий **потенциальный** риск несет инструмент, тем более высокий потенциальный доход он должен иметь, и наоборот, чем ниже риск, тем ниже ставка дохода.

Следующий этап — выбор первоначального состава портфеля, который определяется инвестиционными целями вкладчика — возможно формирование портфеля, обуславливающего больший или меньший риск. Исходя из этого, инвестор может быть агрессивным или консервативным. Агрессивный инвестор склонен к высокой степени риска. В своей инвестиционной деятельности он делает акцент на вложения в рискованные бумаги и проекты. Консервативный инвестор склонен к меньшей степени риска, он вкладывает средства в стабильно работающие предприятия, а также в облигации и краткосрочные ценные бумаги.

Схемы управления портфелем. Выбранная схема определяет поведение инвестора в той или иной ситуации.

Схема 1. Инвестор заранее определяет границы, в рамках которых происходит разделение инструментов по риску, сроку и доходности. Таким образом формируются корзины с определенными характеристиками. Каждой корзине отводится определенный фиксированный вес (доля) в инвестиционном портфеле, и эта доля остается постоянной. Состав корзин может меняться под воздействием различных факторов, а именно:

- влияние макроэкономической ситуации;
- изменение критериев инвестора;
- изменения, произошедшие с проектом или ценной бумагой.

Схема 2. Инвестор придерживается гибкой шкалы весов корзин в инвестиционном портфеле. Первоначально портфель формируется исходя из определенных весовых соотношений между корзинами и их элементами. В дальнейшем они пересматриваются в зависимости от результатов анализа финансово-

вой ситуации на рынке и ожидаемых изменений конъюнктуры товарного и финансового спроса.

Существуют два варианта организации управления портфелем инвестиционных проектов:

1) выполнение всех управленческих функций, связанных с портфелем, его держателем на самостоятельной основе;

2) передача большей части функций по управлению портфелем другому лицу в форме траста. Для этих целей привлекается брокер.

В первом случае инвестор должен решить следующие задачи:

1) определить цели и тип портфеля;

2) разработать стратегию и текущую программу управления портфелем;

3) реализовать операции, относящиеся к такому управлению;

4) провести анализ и выявить проблемы;

5) принять и реализовать корректирующие решения.

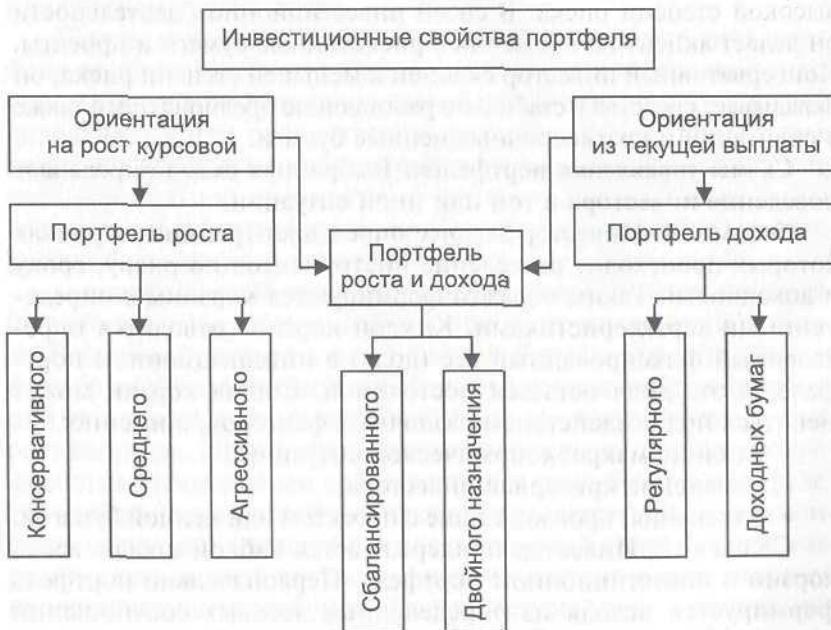


Рис. 2.1. Инвестиционные свойства портфеля ценных бумаг

Во втором случае основная задача инвестора — правильно определить объект *траста* (инвестиционные, общественные фонды, специализируемые инвестиционные институты и т.д.) для управления портфелем.

Основным преимуществом портфельного инвестирования является возможность выбора портфеля для решения специфических инвестиционных задач. Для этого используются различные инвестиционные портфели, в каждом из которых будет собственный баланс между существующим риском, приемлемым для владельца портфеля, и ожидаемой им отдачей (доходом) в определенный период времени.

2.2. Риски финансовых инвестиций

Портфель ценных бумаг является тем инструментом, с помощью которого инвестору обеспечивается оптимальное соотношение доходности и риска инвестиций. Принимая решение о целесообразности инвестиций, инвестор должен оценить риск, присущий этим активам и их ожидаемую доходность.

Для упрощения расчета рисков выделяют различные факторы и по ним производят классификацию рисков. Хотя не существует общепринятой классификации видов рисков в зависимости от влияющих на них факторов, приведем наиболее употребительную схему классификации.

Финансовые риски при инвестировании в ценные бумаги с позиций субъектов инвестиционной деятельности:

- риски предприятия-эмитента, чьи ценные бумаги являются объектом инвестиций других предприятий и физических лиц на рынке ценных бумаг. Для оценки инвестиционной привлекательности ценных бумаг и прогноза эффективности (доходности) финансовых инвестиций в них следует оценивать уровень рисковости деятельности объекта инвестиций,
- риски предприятия-инвестора, вкладывающего финансовые средства в ценные бумаги различных предприятий (портфельные инвестиции).

Риски на рынке ценных бумаг как для эмитента, так и для инвестора разделяются на общие, систематические и несистематические.

Общие риски одинаковы для любого вида предпринимательской деятельности. Это риски, связанные с политической ситуацией, переменами в законодательстве, риски экономических катастроф и пр.

Систематический риск относится к изменениям цен на акции, вызванным общерыночным колебанием цен. Сюда входят следующие риски:

- риск изменения процентных ставок - потенциальные потери, возникающие из-за сокращения чистой прибыли вследствие изменения государственных и банковских кредитных ставок. Этот риск в большей степени относится к облигациям, уровень цен на которые тесно связан с ежедневно меняющимся уровнем процентных ставок по заемным капиталам;
- риск падения общерыночных цен — риск, связанный с возможностью одновременного падения цен на все обращающиеся на рынке ценные бумаги и недополучением по этой причине ожидаемого дохода. Этот риск обуславливается общей мировой экономической нестабильностью, ростом цен на ресурсы (в первую очередь, энергетические), а также политическими изменениями.

Цены на акции различных обществ взаимозависимы. Существуют производства и сферы экономической деятельности, относительно в меньшей степени зависящие от состояния экономики страны в целом. Это коммунальные службы, транспорт, энергетика, пищевая промышленность и др. Акции этих отраслей имеют меньшую прибыль, зато более надежны и стабильны. В то же время финансовые организации более чутко реагируют на динамику цен на рынках. У этих организаций в большей степени проявляется падение доходности;

• риск инфляции вызывается тем, что падение покупательной способности денег корректирует все реальные доходы по инвестициям, в значительной мере обесценивая их. В этом смысле рискованной, т.е. подверженной возможным убыткам может оказаться инвестиция даже в наиболее устойчивые и стабильные государственные ценные бумаги.

Несистематический риск эмитентов — это риск финансовых инвестиций, не зависящий от состояния рынка ценных бумаг и определяющийся спецификой конкретного предприятия-эмитента. Различаются следующие риски:

• отраслевой риск связан с изменением состояния дел в той или иной отрасли. В основе такого риска лежит цикличность развития отраслей. Причины цикличности: переориентация экономики, истощение каких-либо ресурсов, изменение спроса на рынках и др.;

• структурно-финансовый риск зависит от соотношения собственных и заемных средств в структуре финансовых ресурсов предприятия-эмитента. Чем больше доля заемных средств, тем выше риск акционеров остаться без дивидендов. Структурно-финансовые риски связаны с операциями на финансовом рынке и производственно-хозяйственной деятельностью предприятия-эмитента; они включают:

а) риск упущенной финансовой выгоды — неполучение прибыли в результате не реализации каких-либо финансовых или производственных операций;

б) кредитный риск — вероятность неуплаты заемщиком основного долга и процентов, причитающихся кредитору;

в) процентный риск — опасность финансовых потерь кредитно-банковскими организациями в результате превышения процентных ставок, выплачиваемых ими по привлеченным средствам, над ставками по предоставленным кредитам;

г) валютные риски — опасность потерь, связанных с изменением курса одной иностранной валюты по отношению к другой, в том числе национальной валюте.

Несистематические риски инвесторов. Риски инвесторов в ценные бумаги не связаны с формированием «портфеля» инвестиций. Стратегия такого формирования и учет рисков зависят от целевой направленности портфеля, т.е. нацеленности на получение максимального объема дивидендов или надежное сохранение капитала, или на прирост капитала за счет роста курсовой стоимости ценных бумаг; поэтому риски предприятия-инвестора связаны с риском портфеля инвестиций, куда входят конкретные виды рисков, а именно:

• капитальный риск — интегральный риск, относящийся к портфелю ценных бумаг по сравнению с другими видами инвестиций. Анализ этого риска сводится к оценке того, стоит ли вообще иметь дело с портфелем ценных бумаг или вложить средства в другие формы активов;

- селективный риск — риск потери дохода из-за неправильного выбора ценной бумаги конкретного эмитента при формировании портфеля. Риск связан с оценкой инвестиционных качеств ценной бумаги.
- временной риск — потеря дохода из-за неправильного выбора времени покупки ценной бумаги.
- риск законодательных изменений возникает вследствие принципиальных изменений в законодательстве по ценным бумагам; например, при необходимости перерегистрации ценных бумаг эмитентом, при изменении правового статуса посредников по ценным бумагам и др.;
- риск ликвидности - потеря дохода при реализации ценной бумаги в связи с изменением ее ценности (курсовой стоимости) на рынке;
- кредитный риск — потеря средств из-за несоблюдения обязательств со стороны эмитента, например, невозможность выплаты процентов по облигациям, или основной суммы долга;
- инфляционный риск — потеря дохода из-за опережающего роста инфляции по сравнению с доходами по ценной бумаге. Повышение уровня инфляции повышает риск как инвестора (потеря дохода), так и эмитента (невозможность повышать дивиденд в соответствии с инфляцией);
- процентный риск связан с изменением процентных ставок на рынке. Как правило, существенный рост процентных ставок ведет к снижению курсовой стоимости ценных бумаг. Снижение процентных ставок может оказаться на размерах выплачиваемых дивидендов по простым акциям;
- отзывной риск — потеря дохода из-за досрочного отзыва ценной бумаги эмитентом. Данный риск присущ облигациям;
- рыночный риск — потеря дохода в связи с общим падением стоимости ценных бумаг на рынке.

Приведенная классификация дает представление о видах рисков, однако не позволяет сделать прогнозы по каждому виду, поэтому следует оценить риск инвестора при вложении средств в ценные бумаги всего рынка и риск инвестирования в ценные бумаги, отобранные им. Поскольку основной целью инвестиций является получение максимально возможного дохода инвестором, то и риск инвестора оценивается вероятностью недополучения планируемого прироста дохода (доходности ценных бумаг).

2.3. Современные модели формирования инвестиционного портфеля

Проблема формирования и управления портфелем стала перед инвесторами давно. Наибольшую популярность в теории финансового инвестирования приобрела *гипотеза эффективного рынка* (Effective Market Hypothesis — ЕМН). В первой половине XX в., начиная с диссертации Башелье (Bachelier), появилась серия работ, в которых активно обсуждалась *гипотеза случайного блуждания*, впоследствии приведшая к концепции эффективного рынка.

Эффективный рынок — это рынок, на котором цена каждой ценной бумаги всегда совпадает с ее инвестиционной стоимостью. На таком рынке каждая ценная бумага всегда продается по справедливой стоимости, действия всех участников рациональны и все **участники** рынка едины в своих целевых установках.

Как уже было сказано, доходность инвестиций связана с риском. Согласно теории ЕМН, рынок считается эффективным, если сделка на нем совершается покупателями и продавцами по относительно низкой цене и информация о новых изменениях быстро поступает всем участникам. Эта новая информация отразится на рыночных курсах. Сторонники данной теории подчеркивают, что риск вознаграждается и инвесторы при большем риске в среднем получают большую доходность.

Гипотеза ЕМН подразделяется на три уровня: слабая форма, умеренная форма и сильная форма, отличающиеся степенью учета в текущих рыночных ценах информации. *Слабая форма* ЕМН предполагает, что вся информация, содержащая в прошлых изменениях цен, отражена в текущих рыночных ценах и таким образом бессмысленно заниматься техническим анализом. Согласно *умеренной форме*, текущие рыночные цены отражают не только изменения в прошлом, но также и всю остальную общедоступную информацию. Из *умеренной формы гипотезы ЕМН* вытекает, что аналитики, имеющие доступ лишь к общедоступной информации, не могут рассчитывать на получение дохода, превышающего среднерыночный. *Сильная форма* ЕМН предполагает, что текущие рыночные цены отражают всю информацию — и общедоступную и ту, которая доступна лишь отдель-

ным лицам, например, инсайдерам (т.е. лицам, владеющим еще не опубликованной служебной информацией).

Главным недостатком ЕМН является утверждение, что будущее значение цены не может быть спрогнозировано исходя из прошлых цен. Тем самым не учитывается экономическая и фундаментальная информация, присутствовавшие на рынке, что ставит под сомнение применение технического анализа к исследованию рынка.

При управлении портфелем используются также следующие модели.

Модель дисконтированных денежных потоков (Discounted Cash Flow), куда входят следующие модели и методы анализа:

- расчет прогнозируемых денежных потоков;
- оценка степени риска для денежных потоков;
- включение оценки риска в анализ;
- определение приведенной стоимости денежного потока.

Непосредственно модель оценки инвестиционного портфеля была разработана Марковитцем (Markowitz, 1952). Марковитц определил для новой модели управления портфелем меру как дисперсию распределения возможных прибылей риска портфеля. Дисперсия совокупности определяется следующей формулой:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (r_i - r_{\mu})^2, \quad (2-1)$$

где σ — дисперсия;

N — число активов;

r_i — наблюдаемая прибыль;

r_{μ} — среднее значение прибыли.

Инвесторы в таком случае должны располагать портфелем с наивысшей ожидаемой прибылью для определенного уровня риска; инвесторы при этом предполагаются не склонными к риску. На рис. 2.2. представлена кривая, называемая *эффективной границей*, поскольку она включает в себя портфели с наивысшими уровнями ожидаемых доходов для данных уровней риска. Инвесторы должны предпочитать эти оптимальные портфели, основанные на модели рационального инвестора.



Рис. 2.2. «Эффективная граница»

Инвестор выбирает свой оптимальный портфель из множества портфелей, каждый из которых:

- обеспечивает максимальную ожидаемую доходность для некоторого уровня риска;
- обеспечивает минимальный риск для некоторого значения ожидаемой доходности.

Набор портфелей, удовлетворяющих этим двум условиям, называется *эффективным множеством* (efficient set).

¹ На рис. 2.3 представлено местоположение *достижимого множества* (feasible set), также известного как *множество возможностей*, из которого может быть выделено эффективное множество. Достижимое множество представляет собой все портфели, которые могут быть сформированы из группы N ценных бумаг. Это означает, что все возможные портфели, которые могут быть сформированы из L' ценных бумаг, лежат либо на границе, либо внутри достижимого множества (точки G, E, S_n на рис. 2.3 являются примерами таких портфелей). Определим местоположение эффективного множества. Множеством портфелей, обеспечивающих максимальную ожидаемую доходность при изменяющемся уровне риска, является часть верхней границы достижимого множества, расположенная между точками E и H . Множеством портфелей, обеспечивающих минимальный риск при изменяющемся уровне ожидаемой доходности, выступает часть левой границы достижимого множества, расположенная между точками S и G .



Рис. 2.3. Достижимое и эффективное множества

Учитывая, что оба условия должны приниматься во внимание при определении эффективного множества, отметим, что нас удовлетворяют только портфели, лежащие па верхней и левой границе достижимого множества между точками *E* и *S*. Соответственно эти портфели составляют эффективное множество и из этого множества эффективных портфелей (efficient portfolios) инвестор будет выбирать оптимальный для себя. Все остальные достижимые портфели являются неэффективными портфелями (inefficient portfolios), поэтому их можно игнорировать.

Эти концепции были расширены Шарпом, который сформулировал модель оценки капитальных активов (Capital Asset Pricing Model - CAPM). CAPM объединила гипотезу эффективного рынка и математическую модель теории портфеля Марковица в модель инвесторского поведения, основанную на рациональных ожиданиях в рамках общей концепции равновесия.

Модель Шарпа начинается с предположения, что инвестор живет в мире, свободном от издержек на совершение сделок, комиссионных и налогов. Инвесторы стремятся к средне-дисперсной эффективности Марковица, стремятся иметь портфель с наивысшим уровнем ожидаемой прибыли для заданного уровня риска и в целом не любят рисковать. Риск определен как стандартное отклонение прибыли.

Основываясь па этих предположениях, CAPM утверждает:

- 1) оптимальный портфель для всех инвесторов - комбинация рыночного портфеля и безрисковых активов (рис. 2.4);
- 2) оптимальная для инвестора комбинация рисковых активов не зависит от его предпочтений относительно риска и дохода.



Рис. 2.4. Тип портфеля, согласно модели Шарпа

На рис. 2.4 линия рынка капитала касается эффективной границы рыночного портфеля (*M*) и точка ее пересечения с осью ординат есть безрисковая ставка процента (*г*). Портфели, лежащие на этой прямой, являются оптимальными портфелями на линии рынка капитала (CML), и они количественно преобладают над портфелями, лежащими на эффективной границе. Инвесторы предпочитают такие портфели, поскольку последние являются оптимальными и не требуют убытков от нерыночного риска.

Так как риск теперь отнесен к рыночному портфелю, то используется линейная мера чувствительности риска ценной бумаги к рыночному риску. Эта линейная мера носит название *бета*. Если все рисковые активы разместить в координатах «бета - ожидаемая прибыль», результатом будет прямая линия, пересекающая ось ординат на безрисковой ставке процента и проходящая через рыночный портфель. Она называется линией рынка ценных бумаг (SML). Эта линия представлена на рис. 2.5., она показывает зависимость ожидаемой прибыли от бета ценной бумаги.



Рис. 2.5. Линия рынка ценных бумаг

Таким образом модель Марковица объясняет, почему диверсификация уменьшает риск. Модель Шарпа в свою очередь, показывает, каким образом должны вести себя рациональные инвесторы.

Следующим этапом развития портфельной теории **стало** объединение концепции эффективного рынка ЕМН и модели Шарпа САРМ и обоснование *новой теории портфеля* (Modern Portfolio Theory - MPT). Концепция эффективного рынка подкрепила эту модель и дисперсия и стандартное отклонение были приняты сообществом инвесторов как истинные меры риска.

Развитие экономики финансов продолжалось на основе слабой формы ЕМН и ее предположении о том, что ценовые изменения независимы. Применение эконометрики стало комплексным, и главным достижением явилась *арбитражная ценовая теория* (Arbitrage Pricing Theory - APT), которая представляет собой более общую ценовую модель по сравнению с САРМ. Данная теория предполагает, что ценовые изменения происходят в результате неожиданного изменения факторов. Хотя в АРТ была использована стандартная эконометрика, эта теория стала альтернативной теоретической ценовой моделью, которая не зависела от квадратических функций полезности.

Появление модели авторегрессионной условной гетероскедастичности (ARCH) привело к осознанию, что стандартное отклонение не является стандартной мерой, во всяком случае за пре-

делами коротких промежутков времени. Модель также дает утолщение хвостов вероятностных распределений, что оказало наибольшее влияние на выбор оценок и технические торговые правила. Однако на методы управления портфелем ARCH заметного влияния не оказала.

В начале 1990-х гг. была разработана новая парадигма - гипотеза фрактального рынка (Fractal Market Hypothesis - FMH), которая создавалась как альтернатива ЕМН. Согласно FMH:

- 1) рынок создают множество индивидуумов с большим количеством инвестиционных горизонтов;
- 2) информация по-разному влияет на различные инвестиционные горизонты;
- 3) основополагающим фактором, влияющим на стабильность рынка, является ликвидность;
- 4) цены отражают комбинацию краткосрочного технического анализа и долгосрочной фундаментальной оценки;

5) если риск не связан с экономическим циклом, то не будет существовать долгосрочных трендов. Торговля, ликвидность и информация для короткого инвестиционного горизонта будут доминировать.

Основной целью FMH является создание модели поведения инвестора и движения рыночных цен, которые соответствуют наблюдениям. Когда рынок стабилен, модели ЕМН, АРТ и САРМ работают хорошо, но как только наступает кризисная ситуация, сопровождающаяся обвалом, они дают сбой, поскольку, являясь равновесными моделями, не приспособлены к нестандартным условиям. В такой ситуации актуальность получает FMH.

2.4. Выбор оптимального портфеля

Как уже было сказано, оптимальный портфель формируется из множества эффективных портфелей.

Процедура выбора оптимального портфеля показана на рис. 2.6. Инвестор строит кривые безразличия, т.е. кривые, которые строятся в плоскости «стандартное отклонение - доходность» и отражают отношение инвестора к риску и доходности. Инвестор выбирает точку, принадлежащую эффективному множеству и в то же время расположенную на кривой безразличия, находящейся выше и левее остальных.

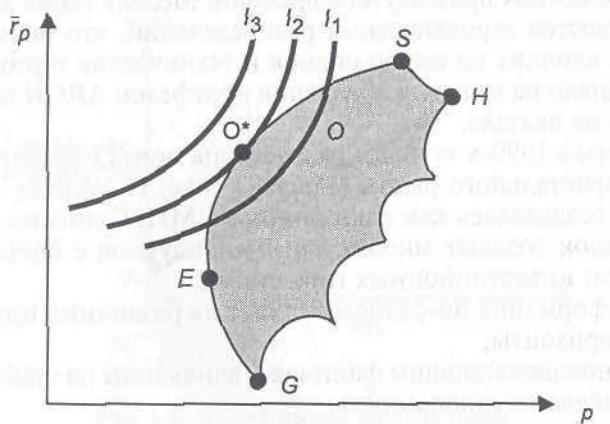


Рис. 2.6. Выбор оптимального портфеля

Этот портфель будет соответствовать точке, в которой кривая безразличия касается эффективного множества. Как видно из рисунка, таким портфелем является портфель O^* на кривой безразличия I_2 . Несомненно, инвестор предпочел бы портфель, находящийся на кривой I_3 , но такого достижимого портфеля просто не существует. На кривой I_1 есть несколько портфелей, которые может выбрать инвестор (например, O), однако портфель O^* является наилучшим из этих портфелей, так как он находится на кривой безразличия, расположенной выше и левее. Инвестор с высокой степенью избегания риска выберет портфель, расположенный близко к точке E (рис. 2.7), в тоже время инвестор с низкой степенью избегания риска выберет портфель, расположенный близко к точке G (рис. 2.8). В теореме об эффективном множестве утверждается, что инвестор не должен рассматривать портфели, которые не лежат на левой верхней границе множества достижимости. Кроме того, установлено, что кривые безразличия для инвестора, избегающего риска, выпуклы и имеют положительный наклон. Оказывается, что эффективное множество в общем случае вогнуто и имеет положительный наклон, т.е. отрезок, соединяющий любые две точки

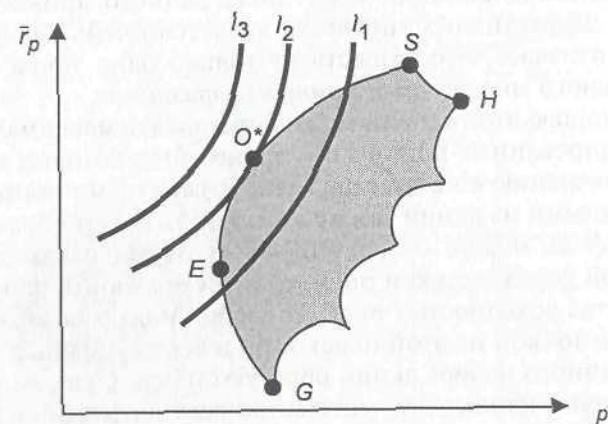


Рис. 2.7. Выбор портфеля инвестором с высокой степенью избегания риска

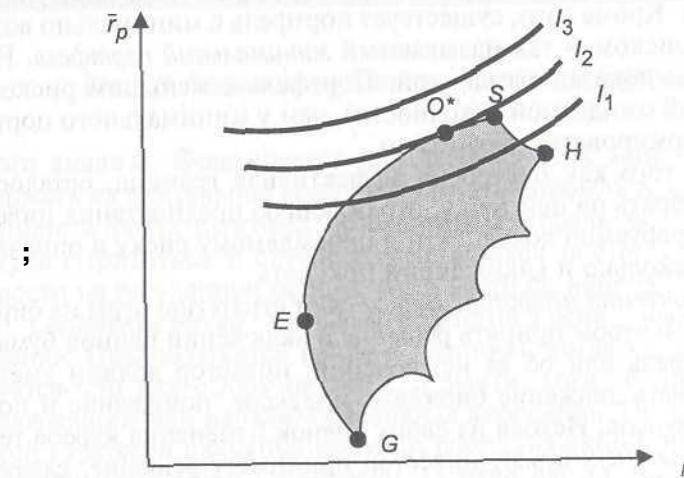


Рис. 2.8. Выбор портфеля инвестором с низкой степенью избегания риска

эффективного множества, лежит ниже данного множества. Это свойство эффективных множеств является очень важным, так как оно означает, что существует только одна точка касания эффективного множества и кривых безразличия.

С помощью этой теории можно составлять максимально диверсифицированные портфели — такие, риск которых минимален по сравнению со всеми другими возможными портфелями, составленными из акций тех же компаний. Таким образом, любой портфель можно охарактеризовать двумя параметрами — ожидаемой доходностью и риском. Если построить плоскость в координатах доходность / риск, то любой портфель может быть изображён точкой на этой плоскости, а все возможные портфели из заданного набора акций образуют облако, как на рис. 2.9.

Как видно из рис. 2.9, множество всех возможных портфелей имеет чёткую границу слева. Это значит, например, что при риске в 6% из данных акций нельзя составить портфель с ожидаемой доходностью меньше 5% и больше 9%.

При заданном уровне риска не существует портфеля с большей ожидаемой доходностью, чем тот, что находится па эффективной границе. И наоборот, при заданном уровне ожидаемой доходности невозможно сформировать портфель с меньшим уровнем риска. Кроме того, существует портфель с минимально возможным риском — так называемый *минимальный портфель*. На рис. 2.9 он показан звездочкой. Портфель с меньшим риском (при любой ожидаемой доходности), чем у минимального портфеля, сформировать невозможно.

После того как построена эффективная граница, осталось только выбрать на ней точку, отражающую предпочтения инвестора по требуемой доходности и приемлемому риску и определяющую, сколько и каких акций покупать

Предпочтения инвестора определяют стратегию игры на бирже. Для того чтобы принять решение о включении ценной бумаги в портфель или об ее исключении, инвестор должен уметь предсказывать движение биржевых индексов: понижение и повышение курсов. Исходя из своих оценок изменения курсов тех или иных ценных бумаг, инвестор принимает решение, следя определенным стратегиям. Существует ряд основных стратегий игры на фондовую бирже; среди них можно назвать следующие.

Инвестиционная стратегия. Определяются потенциально растущие акции, например, при помощи опенок фундаменталь-

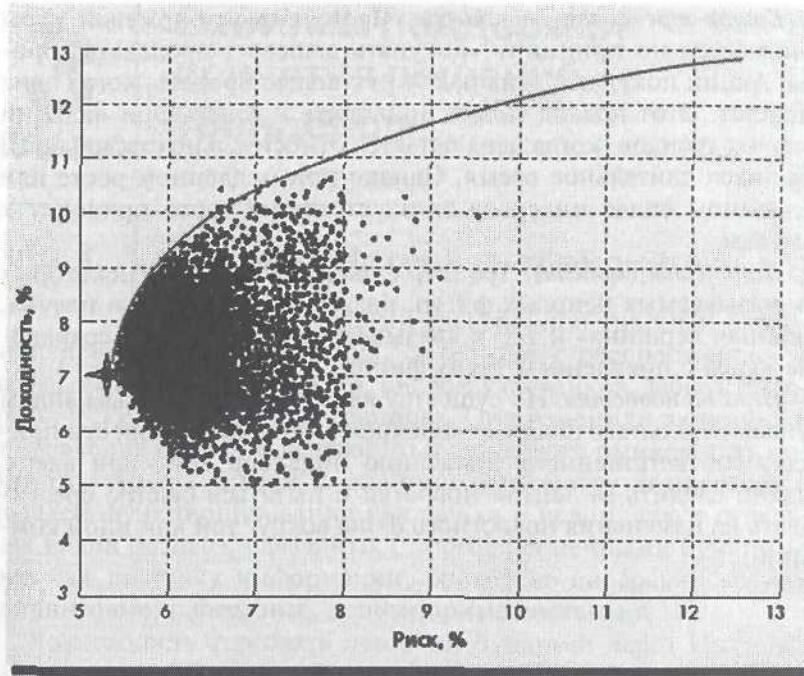


Рис. 2.9. Эффективная граница и случайные портфели

ного анализа. Формируется портфель из этих акций с целью держать их длительное время и получать прибыль за счет дивидендов и роста курсовой стоимости. Портфель может иногда пересматриваться в случае изменившихся обстоятельств или просто на регулярной основе, раз в квартал, например.

Следование тренду. Суть этой стратегии в использовании силы тренда. Предполагается войти в позицию, когда тренд формируется или уже сформировался, а выйти, когда тренд кажется ослабевшим или началась очевидная коррекция. Особенностью этой стратегии являются покупки растущих акций, что не всегда психологически комфортно. Однако следование тренду — это наиболее доходная стратегия, особенно на нашем российском трендовом рынке. Принцип трендовой игры: «покупать дорого, чтобы продать еще дороже».

Контр-трендовая стратегия. Часто смысл биржевой игры понимается по принципу «покупать дешевле, продавать дороже». Акции покупаются на падении с целью продать, когда цена вырастет. Этот подход может приводить к успеху при наличии боковых трендов (когда цена остается относительно стабильной), для которых длительное время. Однако при медленном росте или медленном спаде индексов такая стратегия часто приводит к убыткам.

Паттерны (модели). Трейдер фиксирует наличие некоторых так называемых ценовых фигур, называемых «голова и плечи», «двойная вершина» и т.д. и связывает изменения или сохранение курса с появлением таких фигур.

Игра на новостях. По существу является упрощенным видом фундаментального анализа: «плохие» и «хорошие» новости приводят соответственно к движению индексов вниз или вверх. Можно следить за лентой новостей и пытаться быстро среагировать на изменения новостного фона вокруг той или иной компании.

3 ГЛАВА

Системы поддержки принятия решений трейдером

3.1.

Система Интернет-трейдинга

Новые технологии электронной торговли позволили преодолеть ограничения, связанные с расположением и размером торговой площадки, числом участников, забыть о географических и временных границах. Они изменили динамику и направление развития денежного и фондового рынков и их инфраструктуры, привели к полному пересмотру концепций и моделей функционирования как рынка в целом, так и отдельных видов бизнеса, связанных с торговлей ценными бумагами, включая поставку информации, брокерско-дилерские услуги, клиринговые, платежные, депозитарные системы и т.д.

Возможность торговать ценными бумагами через Интернет кардинально изменила не только технологию работы на фондовых рынках, но и сам фондовый рынок. Новый вид деятельности по управлению инвестициями посредством Интернета именуется *Интернет-трейдинг*. Иногда используются термины E-trading или I-trading.

Под термином «Интернет-трейдинг» понимается возможность удаленного доступа к торгу через Интернет посредством специального программного обеспечения. В России нововведение появилось только в 1999 г., когда Московская межбанковская валютная биржа предоставила возможность подключения к своим информационным ресурсам через специальное устройство связи, называемое шлюзом, для совершения сделок через Интернет. Следующими биржами были РТС (Российская товарно-сырьевая биржа), МФБ (Московская финансовая биржа), Санкт-Петербургская валютная биржа. В данный момент Интернет-трейдинг доступен на всех основных биржевых площадках России.

Основное преимущество систем Интернет-трейдинга перед традиционной голосовой торговлей заключается в оперативности совершения сделок. Также современные системы позволяют

торговать на нескольких биржах одновременно и предоставляют возможность получать новости в режиме реального времени. Некоторые системы имеют встроенный язык программирования, позволяющий построить собственную механическую торговую систему, которая автоматически производит торговлю на бирже, т.е. процесс полностью автоматизирован, трейдер лишь изредка следит за ходом торговли. Торговля через Интернет возможна одним или несколькими активами (или инструментами):

- валюты (Интернет-трейдинг на Forex); -
- акции и облигации (Stocks) на рынке реальной поставки;
- товарные фьючерсы и опционы.

При помощи Интернет-трейдинга можно, не отходя от своего компьютера, передавать заявки брокеру на покупку/продажу ценных бумаг, которые будут мгновенно им исполняться. Кроме того, можно **получать** информацию о торгах на биржах в режиме реального времени и следить за состоянием своего портфеля.

Все это стало возможным благодаря специально разработанным системам Интернет-трейдинга. Чтобы использовать такую систему, необходимо заключить договор о брокерском обслуживании и установить у себя систему Интернет-трейдинга. Далее инвестор следит за ходом торгов в режиме он-лайн и в момент, когда необходимо принять торговое решение, отдает команду брокеру, но не по телефону, а через Интернет. Таким образом, задача программы Интернет-трейдинга заключается в том, чтобы обеспечить быструю и надежную передачу данных от клиента к брокеру.

Благодаря Интернет-технологиям в считанные секунды можно сформировать инвестиционный портфель, а затем управлять активами, получая без **промедления** всю необходимую информацию (котировки, анализ, прогнозы) в любой точке земного шара. Спрос на интерактивную торговлю акциями растет каждым днем.

Трейдинг в сети привлекает потенциального инвестора прежде всего внешней простотой совершения сделок и низкими тарифами на услуги он-лайн-брокеров. При этом, так же, как и в **реальности**, инвестор может воспользоваться полупрофессиональным сервисом (full service brokerage), полагаясь на квалифицированные консультации брокера, или дисконтным сервисом (discount brokerage), когда вся ответственность за принятие торгового решения перекладывается на плечи инвестора. Схема Интернет-трейдинга такова: депозитарий брокера является **Номинальным** держателем ценных бумаг клиента.

Через торговую систему клиент имеет выход на **терминал** брокера, подключенный к биржам. Сделки регистрируются автоматически, и ценные бумаги реально меняют владельцев в депозитарно-клиринговой системе между счетами клиентов за весьма короткое время. Приведем ссылки на некоторые наиболее распространенные системы Интернет-трейдинга: **QUIK** (www.quik.ru), **АЛОР-Трейд** (www.alor.ru), **NetInvestor** (www.ncl.investor.ru), **Reuters Investor** (www.rcuters.com), **Риком-траст** (www.ricom.ru), **Интернет-Брокер** (www.unicompartner.ru), **Z-Trade** (www.z-trade.ru), **ИТС-Брокер** (www.its-broker.nnx.ru), **AFMDealer** (www.aktrad.ru).

Функционал систем несколько отличается, однако можно указать следующий набор функций и технических особенностей, присущих этим системам.

1. Системы позволяют как брокеру, так и его клиентам, **получать** котировки и отправлять ордера, работать на РТС, МФБ и Санкт-Петербургской валютной бирже и видеть полную информацию о рынке, экспортить информацию в MetaStock. Имеется возможность получать котировки и исторические данные по всем секторам финансового рынка, политические и экономические новости на русском языке. Помимо биржевой информации, клиентам через систему могут поставляться оперативные новостные ленты информационных агентств (Прайм-Тасс, Росбизнесконсалтинг, МФД-Инфоцентр) и новости и аналитика от самих брокеров.

2. Специальный программный комплекс обеспечивает полный цикл дилинговых услуг при работе на FOREX. Как правило, обеспечивается защищенное информационное взаимодействие между клиентами и web-серверами на основе закрытого протокола. Клиент имеет доступ к базам **данных** (Quote Warehouse) с историческими котировками.

3. Специальное программное обеспечение применяется при оказании брокерских услуг в трех видах.

Клиент-программа-1, которая позволяет общаться брокеру и клиенту при помощи сети Интернет. Эта программа должна поддерживать специальную систему ордеров. Краткое описание работы такой системы можно свести к следующему:

- клиент-программа подключается к информационным серверам бирж и банков (эта функция не всегда выполняется данной клиент-программой, обычно это делает клиент-программа-2, но если это так, то набор финансовой информации достаточно скучен, например, только котировки ценных бумаг);

- клиент-про грамма подключается к серверу брокера;
- клиент анализирует информацию;
- отдает ордер брокеру;
- брокер выполняет ордер;
- клиент получает подтверждение выполнения транзакции.

Клиент-программа—2, представляющая собой аналитический модуль, который может трансформировать получаемые данные в графики, строит различные виды индикаторов и линии тренда. Зачастую данные программы подключаются к различным информационным агентствам, что позволяет пользователю получать различную финансовую, экономическую и политическую информацию.

Клиент-программа—3 — программные средства криптографической защиты информации — это модули, которые просто повышают степень защиты передачи информации через Интернет и не предоставляют никаких дополнительных услуг пользователю. Например, такие программные модули используют российские компании «РосТрейд» и «Атон».

Используя Интернет-трейдинг, можно управлять инвестиционным портфелем, совершая операции в течение нескольких секунд. Вероятность того, что при высокой динамике цен инвестор успеет совершить сделку именно по той цене, которую планировал, здесь намного выше.

Информационно-коммуникационная система (ИКС) поддержки Интернет-трейдинга — это комплексная система, позволяющая брокерским компаниям предоставлять своим клиентам весь комплекс услуг по торговле ценными бумагами и другими финансовыми инструментами через Интернет. Такая система устанавливается в банке или финансовой компании, которая работает на одном или нескольких рынках (государственные и корпоративные ценные бумаги, валютный, срочный рынок, векселя и т.д.).

Организаторами рынка являются биржи или группы компаний (внебиржевой рынок). При этом в качестве брокеров выступают финансовые компании, имеющие непосредственный доступ к рынку (к торговым системам бирж или внебиржевым торговым системам), все остальные компании имеют доступ к рынку только через брокеров и имеют статус инвесторов. Традиционная схема взаимодействия брокера и инвестора подразумевает их общение по телефону, в ходе которого брокер называет клиенту текущие цены на рынке, а клиент дает заявки на покупку или продажу. Полученные

заявки брокер вводит в торговую систему с соответствующего биржевого терминала, установленного у него. Информационно-коммуникационная система Интернет-трейдинга предназначена для автоматической подачи заявок инвестором непосредственно в торговые системы бирж, а также для мониторинга состояния своего портфеля в режиме реального времени. Естественно, что при этом все операции клиент совершает только в пределах лимитов, установленных для него брокером.

Таким образом, брокер по-прежнему остается необходимым звеном, определяющим порядок работы клиента на рынке. Система должна обеспечивать весь комплекс операций, необходимых для управления клиентами со стороны брокера: администрирование клиентов, отслеживание и управление лимитами, связь с рабочим местом брокера, организация электронного документооборота с клиентами и т.д.

Автоматизированный комплекс брокерской компании включает в себя:

- систему сбора заявок;
- систему управления лимитами;
- систему безопасности;
- рабочее место брокера;
- рабочие места клиентов;

Общая схема системы Интернет-трейдинга, включающая все ее компоненты, представлена на рис.3.1.

Благодаря Интернет-трейдингу фондовые и валютные рынки стали доступны частным инвесторам, которые могут отслеживать ситуацию на рынках и производить торговлю финансовыми инструментами в реальном времени.

Как отмечалось ранее, в 1999 г. ММВБ ввела у себя шлюз для совершения сделок через Интернет. Уже через год сделки, совершенные через этот шлюз, составляли половину всего оборота биржи. Шлюз представляет собой аппаратно-программный комплекс, установленный между ядром электронной торговой системы биржи и сервером брокерской системы профессионального участника рынка. Информация, получаемая из торговой системы биржи, передается на этот сервер, а далее уже расходится через Интернет, попадая к клиентам компании. Клиенты, в свою очередь, посыпают через сервер заявки на исполнение сделок.

Если инвестор хочет купить или продать бумаги на бирже, то ему необходимо заключить договор с компанией, которая будет

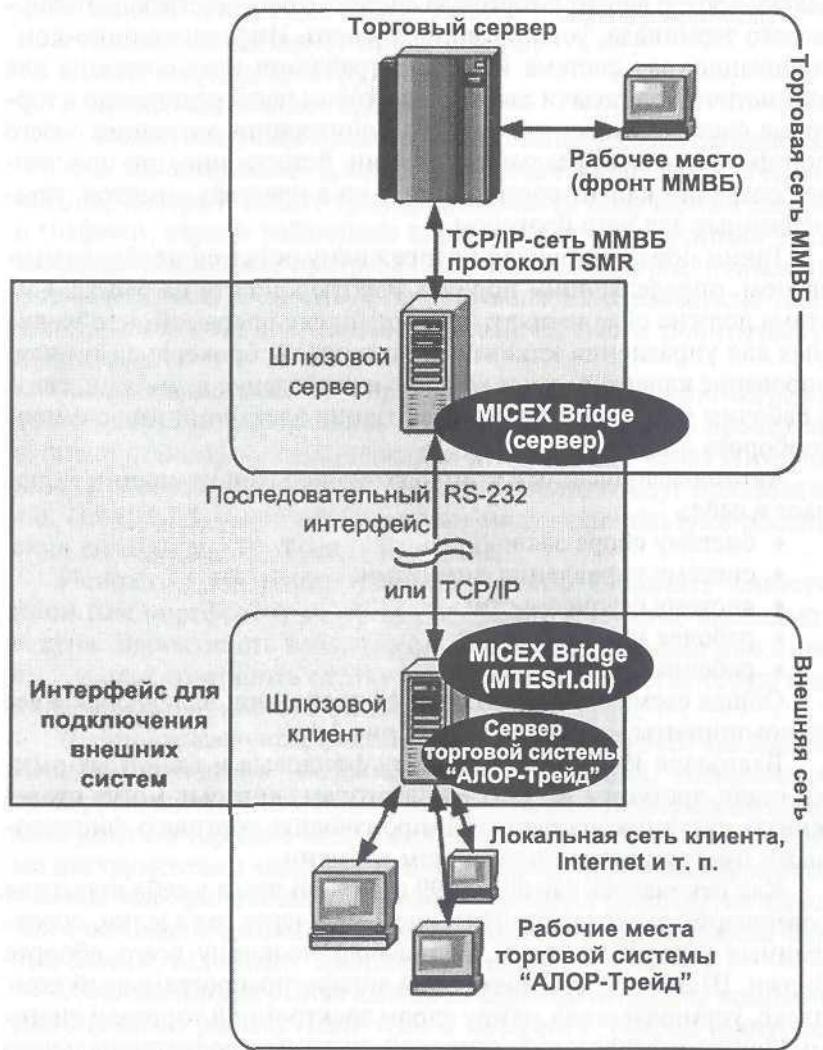


Рис 3.1. Общая схема информационно-коммуникационной системы Интернет-трейдинга

предоставлять ему брокерские услуги. Существуют два основных способа предоставления брокерских услуг через Интернет:

- 1) клиент покупает и продает ценные бумаги непосредственно на web-сайте компании-посредника, пользуясь при этом обычным web-браузером;

- 2) с применением специального программного обеспечения.

Разница между торговым терминалом на базе web-приложения и торговым терминалом в виде клиент-серверного приложения (desktop-приложения) определяется, прежде всего, их функциональными возможностями. Торговли терминал, выполненный в виде web-приложения, прост в освоении, не требует предварительной установки и настройки, позволяет осуществлять доступ к тортам практически с любого компьютера, имеющего стандартный браузер и выход в Интернет. Торговый терминал на базе web-приложения является оптимальным решением для частных инвесторов, совершающих редкие сделки и (или) ориентирующихся на долго- и среднесрочное инвестирование.

Торговый терминал, выполненный в виде desktop-приложения, обладает расширенными функциональными возможностями (встроенный технический анализ, обновление котировок в режиме реального времени, гибкие настройки интерфейса, экспорт данных), предъявляет определённые минимальные требования к компьютеру клиента, требует предварительной установки и настройки. Такие торговые платформы предназначены для активных игроков на бирже, они довольно многочисленны и требуют определённой начальной подготовки.

Почти все российские брокеры используют специальное программное обеспечение системы Интернет-трейдинга. Основные функции, которые должны быть реализованы в системах Интернет-трейдинга:

- выставление заявок на покупку /продажу ценных бумаг;
- автоматический контроль заявок па соответствие лимитам;
- мониторинг состояния портфеля в режиме реального времени;
- получение информации о тортах на биржах в режиме реального времени;
- обеспечение защиты информации, аутентификации клиента;
- администрирование клиентов брокером;
- взаимодействие с учетными системами брокера.

Общей тенденцией является стремление брокеров обеспечивать своим клиентам функционально полный сервис, связанный с предоставлением не только возможности торговать, но и с возможностью получать исчерпывающую информацию о ходе торгов на других площадках и биржах, новости, аналитические данные. Важным моментом является также стыковка в реальном времени с различными пакетами технического анализа.

Все информационно-коммуникационные системы Интернет-трейдинга позволяют инвестору иметь перед глазами полную картину торгов, самостоятельно выставлять заявки на покупку/продажу пенных бумаг, отслеживать состояние своего портфеля, получать полный отчет по операциям, иметь постоянный доступ к новостям и огромному потоку аналитической информации, а также профессиональным средствам технического анализа.

Успех в Интернет-трейдинге, так же как и в другом виде бизнеса, зависит от правильно принятых решений, хорошо обдуманных шагов и четко выраженной поставленной цели. Трейдер при работе на фондовом рынке сталкивается с огромным потоком информации, от своевременного и грамотного анализа которой зависит эффективность его торговли. Трейдеры и эксперты по инвестициям вынуждены непрерывно отслеживать постоянно меняющуюся ситуацию на рынке.

Зачастую принимать взвешенное решение приходится за несколько секунд, одновременно учитывая множество факторов. Трейдеру необходимо анализировать поток новостей, финансовые показатели компаний, котировки на нескольких рынках, показания технических индикаторов, рассчитывать приемлемый уровень риска, вести отчетность и принимать решение. Система принятия решений стала настолько сложной, что невозможно следовать ей без помощи программ.

Программное обеспечение необходимо трейдеру для получения котировок и новостей в реальном времени, для построения графиков и выполнения технического анализа, для разработки и тестирования своих торговых стратегий, для выявления скрытых закономерностей во временных рядах.

В настоящее время существует большое количество методов анализа рынка и принятия решений. Их можно разделить на следующие основные направления: фундаментальный экономический анализ, классический и компьютерный технический анализ, психологический анализ рынка, математическое моделиро-

вание, методы искусственного интеллекта (экспертные системы, нейронные сети и др.). Для принятия решений трейдер обычно использует несколько методов анализа, логически связав их в собственную торговую стратегию.

На рис. 3.2. представлена архитектура системы поддержки принятия решений (СППР), необходимая трейдеру для эффективной работы на фондовом рынке. СППР должна быть удобной в работе, достаточно мощной с точки зрения аналитических возможностей, а также обеспеченной современным интеллектуальным компонентом.

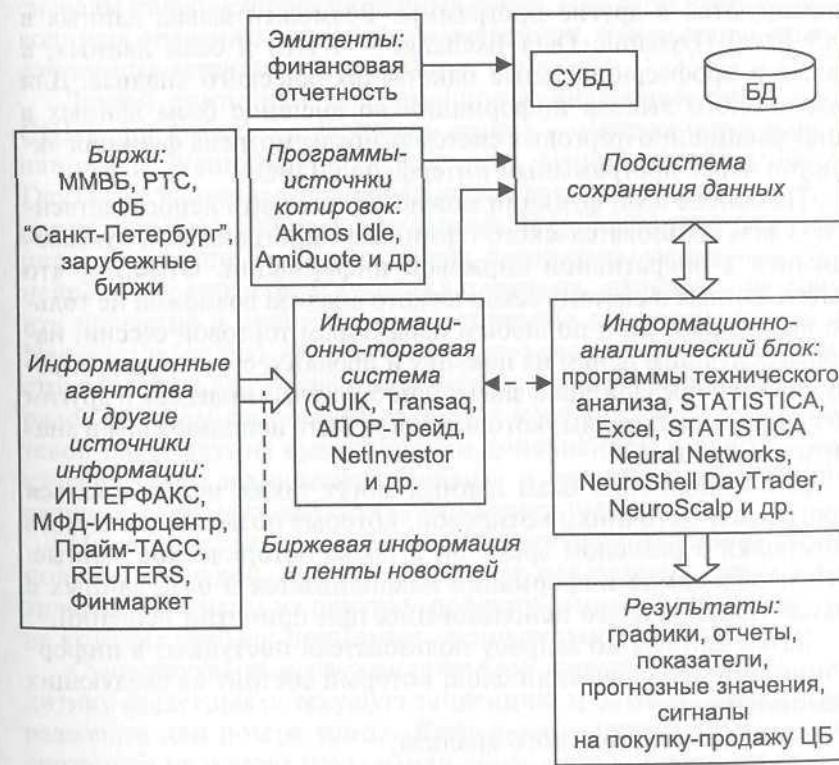


Рис. 3.2. Архитектура системы поддержки принятия решений трейлера

Важным звеном рассматриваемой СППР является информационно-торговая система (система Интернет-трейдинга или торговый терминал), которая позволяет трейдеру получить доступ к торговам на российских и зарубежных финансовых рынках: ММВБ, РТС, ФБ «Санкт-Петербург», СПВБ, London Stock Exchange (**LSE**), Chicago Mercantile Exchange (**CME**), Chicago Board Of Trade (**CBOT**), Intercontinental Exchange (**ICE**), NYSE, AMEX и NASDAQ. Система Интернет-трейдинга обеспечивает выставление заявок, мониторинг состояния портфеля, а также получение дополнительной информации о ходе торгов на различных площадках и новостей ведущих российских агентств. Полученные данные из торгового терминала динамически экспортируются в другие программы. Возможен вывод данных в MS Excel (Dynamic Data Exchange — DDE) и базы данных, а также в профессиональные пакеты технического анализа. Для постоянного вывода информации во внешние базы данных в информационно-торговых системах предусмотрена функция экспорта через программный интерфейс ODBC.

На основе этой функции можно осуществить непосредственную связь пользовательского терминала с **программами**, нуждающимися в оперативной биржевой информации. Отметим, что вывод данных в систему технического анализа возможен не только по сделкам, но и по любым параметрам торговой сессии, например: лучшим ценам на покупку и продажу, суммарному объему спроса и предложения, значениям биржевых индексов и другим значащим показателям, которые могут быть использованы в аналитических целях.

Для пополнения базы данных могут также использоваться программы-источники котировок, которые позволяют получать котировки в **реальном** времени, а также исторические данные. Вся необходимая информация накапливается в базе данных с целью последующего использования при принятии решений,

Затем данные по запросу пользователя поступают в информационно-аналитический блок, который состоит из следующих компонентов:

- модуль технического анализа;
- модуль фундаментального анализа;
- блок **анализа** финансовых рядов на основе нейронных технологий;
- модуль фрактального анализа.

Блок технического анализа предназначен для выявления благоприятных ситуаций на рынке путем распознавания ценовых фигур и построения индикаторов. Принимая решения о покупке/продаже ценных бумаг, трейдер, как правило, использует торговую стратегию — набор механических правил для определения того, когда покупать и продавать тот или иной финансовый инструмент.

Программы технического анализа позволяют создавать и тестиировать собственные торговые стратегии или использовать предустановленные стратегии. Система принятия решений (торговая система) должна эффективно управлять доходами и риском при любых рыночных условиях, генерируя эффективные сигналы покупки/продажи ценных бумаг. При этом частота проводимых операций должна быть умеренной, учитывающей операционные затраты, комиссионные и т.д.

Другой компонент информационно-аналитического блока СППР при работе на фондовом рынке - нейросетевой пакет, например, NeuroShell DayTrader или NeuroScalp. NeuroShell DayTrader изначально разрабатывался как инструмент для нейросетевого анализа биржевых данных. В данный продукт интегрированы мощные аналитические алгоритмы, основанные на нейронных сетях и генетических алгоритмах, позволяющие строить прогнозы и оптимизировать торговые стратегии. В пакете NeuroScalp (модуль «Карты Кохонена») реализован богатый инструментарий для проведения анализа финансовых временных рядов методом самоорганизующихся карт Кохонена. Нейросетевой пакет служит существенным дополнением к программам классического технического анализа и позволяет значительно расширить арсенал аналитика фондового рынка.

На выходе информационно-аналитического блока СППР получаем графики, отчеты, различные показатели, прогнозные значения, сигналы на покупку/продажу ценных бумаг, на основе которых трейдер принимает окончательное решение.

Существует множество индикаторов, которые помогают аналитику отслеживать текущую тенденцию и сигнализируют о ее развороте или потере темпа. **Индикатор** — математически рассчитанная на основе цены и/или объема величина, которая используется для прогнозирования ценовых изменений курса ценных бумаг. Остановимся более подробно на индикаторе волатильности рынка.

Кризисы являются неотъемлемой частью процесса биржевой торговли. Значимые падения российских биржевых индексов все последние годы имели международный характер, т.е. одновременно с российскими индексами падали европейские, азиатские и другие биржевые индексы. Можно ожидать, что синхронизация российского рынка с другими международными рынками в будущем будет только усиливаться. Поэтому инвестору/трейдеру необходимо принимать во внимание все большую вовлеченность российского фондового рынка в мировую торговлю.

Поведение участников торгов в периоды кризисов отличается повышенной нервозностью, цены финансовых активов меняются стремительно. Важным индикатором состояния фондового рынка является *показатель волатильности*, рассчитываемый как разница между максимальной и минимальной ценой за выбранный временной интервал. Рекомендуется брать пяти- или десятиминутные временные отрезки.

3.2. Технология работы трейдера с информационно-коммуникационной системой

В качестве основной программы интернет-трейдинга на российском рынке используется информационно-торговая система QUIK, на примере которой мы и рассмотрим технологию работы трейдера с информационно-коммуникационной системой.

QUIK (Quickly Updatable Information Kit) - это программный комплекс для организации доступа к биржевым торговым системам в режиме он-лайн. Программный комплекс состоит из серверной части и рабочих мест (терминалов) клиента, взаимодействующих между собой через Интернет.

Система была создана в 1996 г. специалистами Сибирской межбанковской валютной биржи для удаленного наблюдения за ходом торгов на рынке ГКО-ОФЗ. Система разрабатывалась для крупных банков, расположенных в разных городах Сибири, а основными ее задачами являлись полнота транслируемой информации и высокая скорость передачи данных, а также обеспечение полной конфиденциальности в передаче информации

о заявках и сделках участников. В конце 1999 г. была произведена первая инсталляция программного комплекса QUIK-Брокер, подключенного через специализированный торговый шлюз к секции фондового рынка ММВБ.

QUIK сегодня — это наиболее популярная система Интернет-трейдинга в России, которая применяется более чем 180 брокерами для обслуживания десятков тысяч клиентов. Основным предназначением QUIK является обеспечение торговли на биржевых площадках в режиме он-лайн, осуществляющей через три вида терминалов:

- рабочее место QUIK (программа, устанавливаемая на компьютер пользователя);
- webQUIK (терминал в виде страницы Интернет-браузера);
- PocketQUIK (программа для карманных компьютеров).

Программный комплекс QUIK реализован по технологии «клиент-сервер». Обмен данными между сервером и пользовательскими терминалами осуществляется посредством соединения по протоколу TCP/IP. Сервер обеспечивает подключение источников информации (торговых систем, потоков новостей) и обработку поручений клиентов. Клиентские приложения предназначены для отображения информации и ввода поручений клиентов.

Общая схема построения комплекса представлена на рис. 3.3. Центральным звеном программного комплекса является сервер QUIK, имеющий логическое ядро и интерфейсы к подключаемым элементам (биржевым шлюзам и другим источникам информации, хранилищу данных). Модульный принцип подключения позволяет наращивать возможности системы по мере необходимости, оснащая базовую конфигурацию новыми функциями.

Взаимодействие с базой данных реализовано через специальный интерфейс для упрощения смены используемого типа СУБД. База данных используется для хранения информации со сроком хранения более одного дня — регистрационных данных пользователей и нрав на работу с системой, а также журналов совершенных операций. Текущая информация, поступающая из биржевых торговых систем, обрабатывается непосредственно в оперативной памяти и в базу данных не заносится. Для быстрого восстановления работоспособности в случае сбоя используется кэширование полученных данных.

Обработка основной информации осуществляется в оперативной памяти сервера, кэшируется на диске в виде бинарных фай-

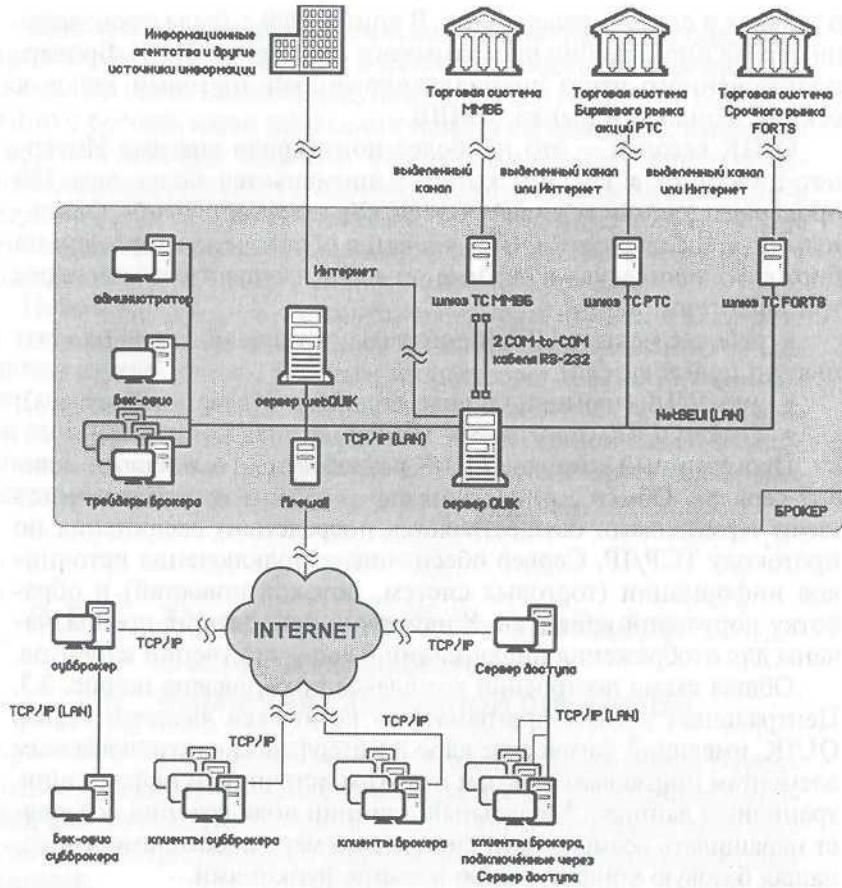


РИС. 3.3. Общая схема построения комплекса QUIK

лов и в случае перезапуска синхронизируется непосредственно с торговой системой. Это принципиальный момент, позволяющий достигать высокой производительности при обработке информации с минимальными задержками относительно хода торгов.

Рабочее место QUIK (рис. 3.4.) – это специальная программа, устанавливаемая на компьютер пользователя, предназначенная для просмотра и анализа биржевых котировок, а также осуществления сделок.

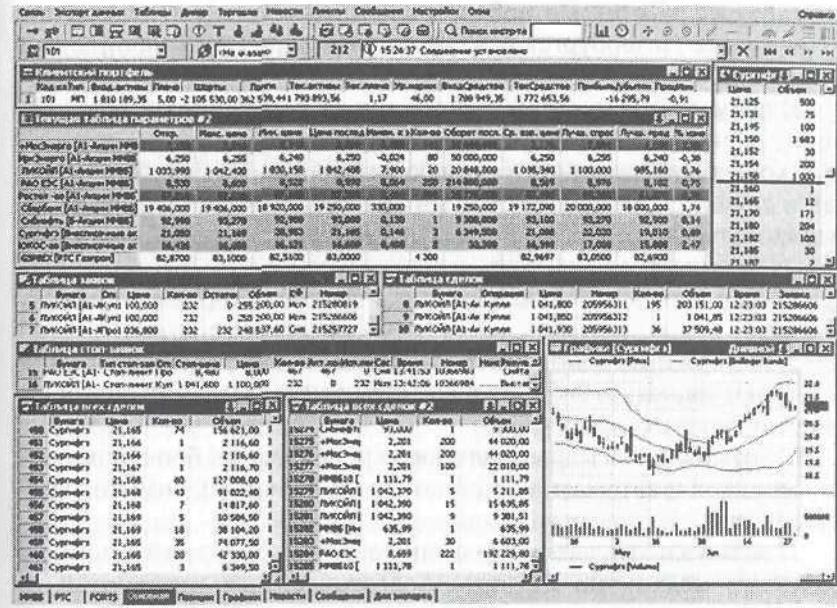


Рис. 3.4. Рабочее место QUIK

Юшентский терминал QUIK – мощный инструмент обработки биржевой информации с широким набором функций, применимым для выполнения как простых, так и специализированных операций. Для передачи информации между терминалом и сервером QUIK используется сеть Интернет.

Функции, выполняемые системой QUIK:

1) обеспечение доступа к тарам на фондовом и срочном рынках, организуемым ведущими биржами страны:

- Московская межбанковская валютная биржа (ММВБ): фондовая биржа, включая режим переговорных сделок (РПС) и операции РЕПО, рынок государственных ценных бумаг, валютный рынок, секция срочного рынка;
- фондовая биржа РТС: Биржевой рынок акций, включая операции РЕПО, срочный рынок FORTS, классический рынок акций в информационном режиме;
- фондовая биржа «Санкт-Петербург»: фондовая секция;

- биржа «Санкт-Петербург»: срочный рынок;
 - Санкт-Петербургская валютная биржа (СПВБ): фондовый рынок;
- 2) получение биржевой информации в режиме реального времени, включая очереди котировок ценных бумаг;
 - 3) обеспечение клиентов информацией о собственных заявках и сделках, о текущем состоянии портфеля, использованных маржинальных ресурсах и доступных средствах для открытия новых позиций;
 - 4) сбор поручений клиентов и их передача в торговую систему биржи;
 - 5) возможность подачи стоп-заявок, отложенных заявок («Карман транзакций») с их пакетным выставлением в торговую систему;
 - 6) возможность маржинального кредитования брокером своих клиентов и автоматический контроль заданных лимитов кредитования;
 - 7) возможность автоматизации торговых операций с использованием механизма импорта подготовленных транзакций из внешней программы;
 - 8) поддержка торговых операций на внебиржевом рынке;
 - 9) аутентификация пользователя системы и защита передаваемой информации от постороннего вмешательства;
 - 10) возможность применения сертифицированных ФАПСИ средств криптографической защиты информации для электронной цифровой подписи транзакций клиентов;
 - 11) графическое отображение динамики торгов по любым выбранным биржевым инструментам и их параметрам, индикаторов технического анализа (22 основных индикатора, линии, углы и дуги Фибоначчи, а также рисование трендовых, горизонтальных и вертикальных линий), доступ к истории котировок (начиная с версии 5.0);
 - 12) динамический экспорт полученной информации в MS Excel, произвольные базы данных (используя ODBC) и системы технического анализа: AmiBroker, Equis Metastock, Wealth-Lab Developer и Omega TradeStat ion/Pro Suite 2000;
 - 13) программирование собственных таблиц и торговых операций с использованием встроенного языка QPILE;
 - 14) получение дополнительного информационного обеспечения в виде лент новостей информационных агентств (Интер-

факс, МФД-Инфоцентр, Прайм-ТАСС, REUTERS, Финмаркет) и котировок финансовых инструментов на других (в том числе зарубежных) рынках;

15) обмен текстовыми сообщениями с администратором системы и другими пользователями;

16) система оповещений (алертов), перенос неисполненных алертов на следующий день.

Использование для доставки финансовой информации сети Интернет накладывает жесткие требования на обеспечение защиты данных от постороннего вмешательства. Вся передаваемая информация между сервером и клиентом находится в зашифрованном виде. Ключ доступа создается самостоятельно каждым пользователем и хранится отдельно от самой программы на сменном носителе. Таким образом, на одном компьютере с установленной системой QUIK могут работать разные пользователи, каждый со своим персональным и конфиденциальным доступом к информации. Во избежание несанкционированного использования ключа доступа, он дополнительно защищен паролем.

3.3. Онлайн-трейдинг

Система Metatrader. Программный продукт MetaTrader 4.0. является наиболее распространенным при торговле на фондовом и валютном рынках, позволяет применять большое количество индикаторов технического анализа, прост в использовании и обладает дружелюбным интерфейсом.

Многие брокеры предоставляют своим клиентам программы, разработанные собственными усилиями. Однако они не могут соперничать с Metatrader практически ни по каким параметрам.

Первичный интерфейс программы представлен на рис.3.5.

Разберем отдельные составляющие интерфейса. На рис. 3.6 представлена таблица, содержащая название актива, выбранного для торговли. Это может быть акция, валютная пара, значение индекса. Напротив этих значений находятся текущие значения предложений покупки и продажи.

Выбрав пункт меню «Сервис» —> «Архив котировок» (рис. 3.7), можно выбрать любую представленную бумагу из списка и загрузить ее историю, чтобы отслеживать график и совершать операции.

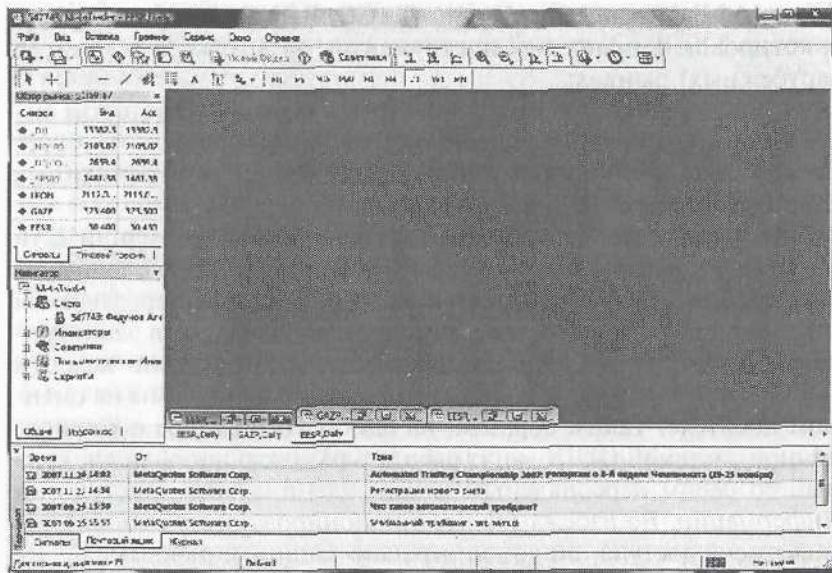


Рис. 3.5. Первичный интерфейс программы

Символ	Бид	Аск
DII	13382.3	13382.3
NQ00	2103.07	2103.07
NQ00_	2659.3	2659.4
RPS00	1481.35	1481.35
IVON	2112.0	2115.0...
GATP	723.400	723.500
FFCR	30.400	30.450

Рис. 3.6. Вилы ценных бумаг и их сокращенные обозначения

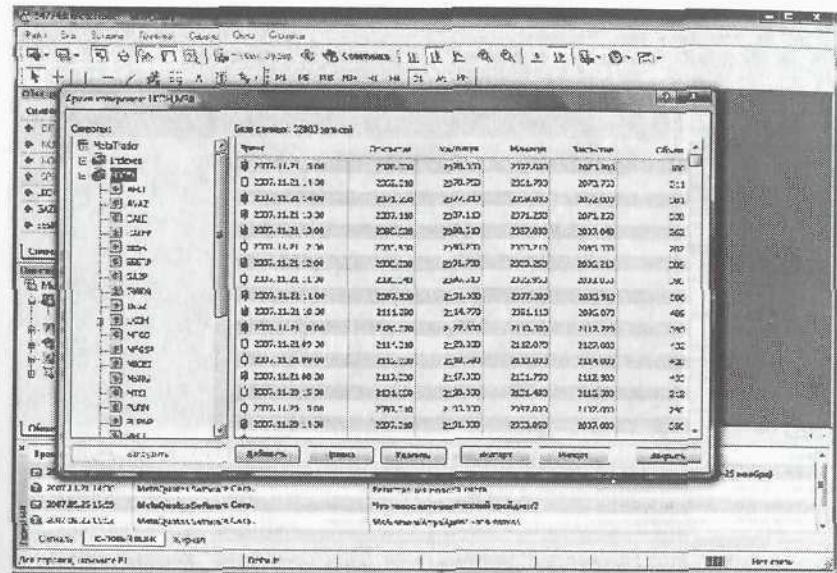


Рис. 3.7. Исторические данные о котировках выбранных ценных бумаг

В качестве примера выбраны акции ЛУКОЙЛа, РАО ЕЭС и Газпрома. Загрузим график одной из бумаг (рис.3.8).

На рис. 3.9. график представлен в виде «японских свеч».

Американские онлайн-брокеры не применяют специального программного обеспечения для оказания услуг, а обходятся своим сайтом в сети Интернет; поэтому основные различия между ними заключаются в размере комиссионных, минимальном депозите и ассортименте финансовых инструментов. В табл. 3.1 приведен список основных систем Интернет-трейдинга США; наиболее известны из них следующие:

- Datek OnLine предпочтителен для активных трейдинговых операций с акциями. Низкие комиссионные, моментальное обновление баланса, ввод заявок без подтверждения, бесплатные котировки в режиме реального времени - все это делает Datek OnLine одним из самых популярных брокеров среди частных инвесторов, совершающих несколько сделок в день;

- Charles Schwab предназначен для наиболее консервативных инвесторов. Одни из самых высоких в индустрии комисси-

Таблица 3.1

Системы Интернет-трейдинга США

Компания	URL
Ameritrade	www.Idameritradc.com
Brown & Company	www.brownco.com
Datek Securities	www.datec.com
E'trade	www.elrade.com
Fidelity	www.fidclity.com
GCI Financial	www.gcitrading.com
Me nil lynch	www.ml.com
National Discount	www.ndb.com
Quick & Reilly	www.quicb-rcilly.com
Save Daily	www.savedaily.com
Schwab	www.schwab.com
TDWaterhouse Securities	www.tdwaterliouse.com
Trading Direct	www.tradi ng direct.com

Рис. 3.8. Представление котировок ценных бумаг в графическом виде

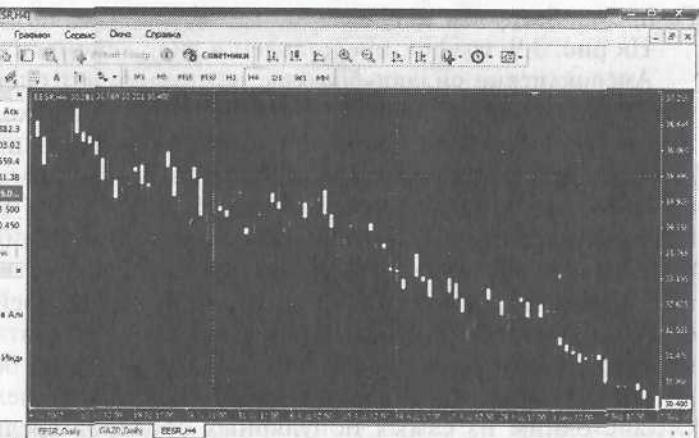
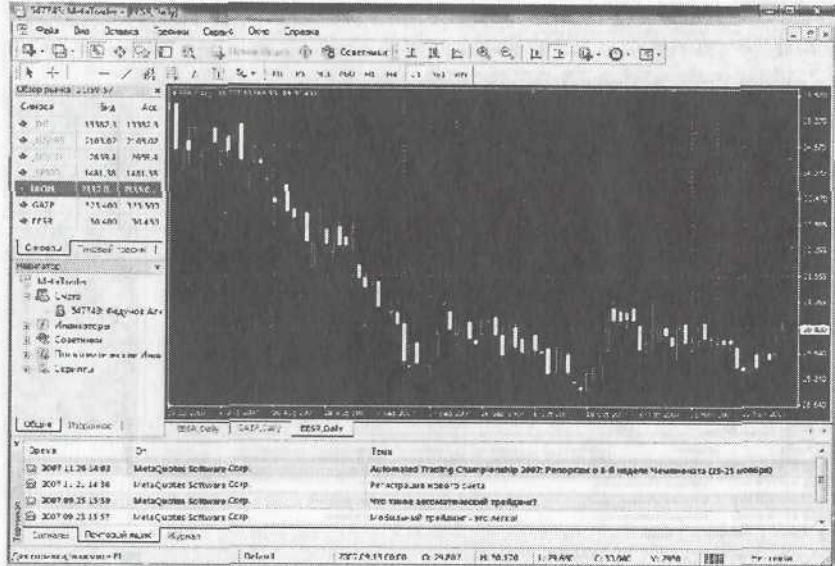


Рис. 3.9. Графический анализ индексов ценных бумаг («Японские свечи»)

онных делают Schwab Online практически непригодным для трейдеров, однако здесь есть все для долгосрочных вложений и клиенты могут строить свои портфели не только из акций и опционов, но и из финансовых инструментов с фиксированным доходом: CD (депозитарные расписки банков), корпоративные векселя, казначейские обязательства, акции зарубежных компаний. Кроме того, Schwab Online - это единственный брокер, предлагающий карты VISA нерезидентам США;

- E*Trade. Клиентам доступны акции и опционы. Умеренные комиссионные, чековая книжка. Одной из стратегических целей компании является превращение ее сайта в Интернет-портал для частных инвесторов; поэтому, помимо трейдинговых услуг, E*Trade предлагает просто подписку (membership), www-конференции, email-адрес и большой объем бесплатной финансовой информации. Резидентам США предоставляются дополнительные услуги.

Системы автоматизации фундаментального анализа на основе технологии Text Mining

4.1.

Технология фундаментального анализа

Одним из методов, позволяющих определить финансовое состояние как пан и и-эмитента, является фундаментальный анализ. *Фундаментальный анализ* можно представить как метод прогнозирования рыночной стоимости компании, основанный на анализе финансовых и производственных показателей её деятельности. Анализ посвящен изучению внутренних и внешних факторов экономического состояния эмитента, для получения прогноза изменения стоимости его ценных бумаг. Методику проведения фундаментального анализа можно разделить на четыре самостоятельных блока, коррелирующих друг с другом.

Первый блок — проведение макроэкономического анализа экономики, т.е. осуществляется оценка состояния экономики с учетом следующих факторов: определение стадии делового цикла, объема и темпов роста ВНП, темпов инфляции, процентных ставок, валютного курса, уровня безработицы и т.д.

Второй блок — проведение индустриального анализа, который предполагает изучение делового цикла определенной отрасли, ее конкурентоспособности, уровня издержек, длительности производственного цикла и т.д.

Например, финансовое состояние компании отличное, а развитие отрасли замедлилось. В этой ситуации у инвестора может возникнуть вопрос, а долго ли компания сможет поддерживать рост в условиях замедления темпов развития отрасли в целом. В этом случае цены на акции компаний могут снижаться.

Третий блок — проведение финансового анализа конкретного предприятия, предполагающий оценку его финансового состояния и положения на рынке. Спрос и предложение объясняют, почему цены на акции меняются, в свою очередь инвесторы

принимают решение о покупке или продаже акций по существующим ценам на основе информации о финансовом состоянии компании, чьи акции они собираются покупать или продаивать. Если компания объявила о получении низкой прибыли, то курс ее акций, скорее всего, будет падать. Однако низкие доходы компании не всегда означают, что она находится в тяжелом положении. Возможно, она потратила много денег на усовершенствование производства, разработку новых товаров и услуг и т.д. В этом случае компании могут ожидать существенные прибыли в будущем.

Четвертый блок — проведение анализа инвестиционных качеств ценных бумаг эмитента, т.е. анализ доходности и уровня риска ценных бумаг.

Отчет о прибылях и убытках. В отличии от баланса, который показывает финансовое состояние компании на конкретную дату, отчет о прибылях и убытках показывает динамику финансовых изменений. Он отражает финансовое состояние компании за различные периоды — месяц, квартал или даже несколько лет. В отчете представлен совокупный доход за вычетом расходов, что позволяет увидеть, сколько средств было вложено в развитие компании и не тратит ли компания больше, чем получает.

Отчет о финансовом состоянии отражает изменения в оборотном капитале компании за определенный период времени и направления расходования этих средств.

Аудиторское заключение. Годовая отчетность компании включает аудиторское заключение, которое служит подтверждением правильности бухгалтерской отчетности и ее соответствия правовым и бухгалтерским нормам. Важную роль играет финансовое планирование и инвестиционная стратегия.

Фундаментальный анализ является достаточно трудоемким и проводится специальными финансовых агентствами, которые продают результаты своей деятельности. По степени важности фундаментальные факторы можно разбить на три группы:

Группа 1:

- дефицит торгового баланса (trade deficit);
- дефицит платежного баланса (payment deficit);
- индексы инфляции: индекс потребительских цен (CPI) и индекс оптовых цен (PPI);
- официальные учетные ставки (repo, ломбардная ставки и т.п.);

- динамика валового национального продукта (GDP);
- данные по безработице (unemployment) или занятости (employment);
- данные по денежной массе;
- выборы (elections) в парламент (конгресс, сенат и т.п.), и выборы президента.

Группа 2:

- размеры розничных продаж (retail sales);
- размеры жилищного строительства (housing starts);
- величина заказов (orders);
- индекс производственных цен (producer price);
- индекс промышленного производства (industrial production);
- производительность в экономике (productivity). Падение производительности может вызвать падение курса.

Группа 3 включает фундаментальные данные, по которым возможно получать в режиме реального времени:

- форвардные курсы соответствующих валют (forward);
- фьючерсные курсы валют;
- эффективный обменный курс, который рассчитывается как отношение изменения национальной валюты к определенной корзине других валют;
- депозитные ставки (deposit repos);
- индексы акций (Nikkei 225, Dow Jones, DAX, FTSE и т.д.).

Рост этих индексов говорит о хорошем состоянии национальной экономики и повышает спрос на национальную валюту данной страны. Популярные мировые индексы: DJI, DJIA — США, Nikkei 225 — Япония, FTSE 100 — Великобритания, CAC 40 — Франция, DAX — Германия, Hang Seng — Гонг-Конг;

• динамика цен государственных облигаций (T-bills, T-bonds) — увеличение спроса на государственные ценные бумаги и следующее за ним повышение их цен, как правило, сопровождается ростом национальной валюты.

Выделяют следующие жизненные циклы фундаментальных факторов:

- короткий (в основном неожиданные факторы) — менее суток;
- длинный — все факторы, связанные с общим состоянием национальной и мировой экономики от нескольких недель до нескольких лет.

К инструментарию фундаментального анализа относится также *метод коэффициентов*. Анализ коэффициентов проводится

лишь по количественным данным, поэтому использование только коэффициентов без проведения всех этапов фундаментального анализа может привести к получению недостоверной информации. Наиболее часто используются следующие коэффициенты:

- коэффициент $r/c = ratio$ определяется как отношение курсовой стоимости акции к величине чистой прибыли в расчете на одну обыкновенную акцию.
- коэффициент $d/p = ratio$ определяется как отношение дивиденда по обыкновенной акции к ее курсовой стоимости.
- бета-коэффициент. Данный коэффициент определяет влияние общей ситуации на рынке в целом на судьбу конкретной ценной бумаги.
- R-квадрат. Этот коэффициент характеризует долю риска вклада в данную ценную бумагу по отношению к риску в целом.

Результаты анализа финансовых коэффициентов имеют значение при сравнении со стандартами, выбор которых всегда затруднителен. Сравнение можно проводить с аналогичными показателями западных компаний или коэффициентами других эмитентов в данном секторе рынка.

Фундаментальный анализ во многом зависит от следующих социально-экономических факторов.

1. События, которые нельзя спрогнозировать заранее: отставка первых лиц государства, военные конфликты, политические кризисы, похищения, неожиданности предвыборных кампаний, стихийные бедствия, природные катаклизмы и т. п. Особенно сильное воздействие на финансовые рынки оказывают войны.

2. Окончание финансового года (когда предприятия должны сдавать отчеты о своей финансовой деятельности), общенациональные праздники (во время которых финансовые рынки тех или иных регионов закрыты и на рынке обычно не происходит больших изменений), периоды наибольшей активности, и отпусков, встречи стран Большой восьмерки.

3. Инсайдерская информация. Инсайдерской называют информацию, полученную заинтересованным в ней лицом до момента ее официального опубликования в СМИ и, как правило, вопреки существующему запрету на ее открытое распространение до определенного момента.

Название *инсайд* происходит от английского *inside* — «внутри» и означает, что данная информация до сих пор использовалась лишь лицами определенного обозначенного круга. Технология работы с инсайдом заключается в поиске существенной

информации, способной повлиять на финансовые рынки, но до сих пор неизвестной экономическому сообществу.

Если некоторая организация готовится выпустить в свет информацию о существенных событиях, произошедших в ее жизни (возможно, что и в жизни целой страны), то при некоторых обстоятельствах может произойти преждевременная утечка этой информации в распоряжение узкого круга посторонних, но заинтересованных в ней лиц. В результате эти лица получают возможность еще до официального объявления произвести действия, направленные на получение сверхприбылей.

4- Отраслевой анализ. Другой важный момент, влияющий на движение цен, — это общее состояние отрасли, в которой функционирует компания. Цены на акции компании могут расти или падать в зависимости от того, как инвесторы оценивают состояние отрасли - отрасль развивается или находится в стагнации.

5. События мирового и национального значения. Независимо от экономики, па цены акций могут влиять определенные национальные и мировые события. Если новость будет позитивна для экономики (например, снижение налогов), курс акций, вероятно, будет расти. Если новость окажет негативное влияние на экономику, это может вызвать массовый сброс акций и, как следствие, снижение цены.

Более сложную информацию о финансовом состоянии отдельной компании можно получить из годовых отчетов. Каждая компания, прошедшая листинг на NYSE, обязана отправлять годовые отчеты своим акционерам. Годовой отчет включает: баланс **компании**, содержит перечень активов и пассивов, отражает финансовое состояние компании на определенную дату. В первой части баланса отражены все активы компании, во второй части отражены обязательства (пассивы) компании. Сумма активов должна быть равна сумме пассивов.

4.2. Автоматизация анализа новостных публикаций

Процедуры фундаментального анализа трудоемки, требуют сбора, обобщения и обработки огромных массивов информации, заключенной в различных источниках и докумен-

тах. Известен ряд проектов, позволяющих автоматизировать анализ новостных публикаций в СМИ и анализ финансовых временных рядов, поступающих с финансовых рынков, и установления корреляционных связей между "плохими" и "хорошими" новостями и повышением или понижением курсов акций. Все эти проекты основываются на **технологии** Text Mining.

Text Mining - это информационная система обработки неструктурированных текстов, которая позволяет полуавтоматически обнаруживать ситуации и тренды из коллекции неструктурированных текстов большого объема. Она основана на обработке естественного языка (ОЕЯ), информационном поиске, экстрагировании информации и технологии Data Mining, речь о которой пойдет в следующих главах.

Информация на обработку в Text Mining может поступить из различных источников: бумажные издания, проспекты и каталоги, интернет-ресурсы, IP-каналы, ftp-каналы, электронная почта, сайты компаний, партнеров и конкурентов.

Системы Text Mining используются для подразделений компаний, чья деятельность связана с обработкой и анализом большого объема текстовой информации. Они позволяют вести непрерывный информационный мониторинг внешней среды предприятия, осуществлять анализ, систематизацию и акумуляцию текущей и архивной информации по актуальным для компании темам. Text Mining включает в себя технологию обработки текстов и технологию обнаружения знаний, направленную на извлечение центральной информации из контента на основе естественно-языковой обработки и использует семантические концепты и семантический анализ, так что в конечном итоге формируется либо дайджест, либо фигуры тренда (применительно к финансовым рынкам).

Обобщенная архитектура системы Text Mining показана на рис. 4.1. Процесс извлечения информации представляет собой этап пропрессинга и включает несколько компонентов.

Вначале оператор выделения термов обнаруживает слова во входном тексте. Как видно из рис. 4.1, обработка экономических текстов в Text Mining включает два основных этапа:

- извлечение сущностей, т.е. распознавание экономических понятий, таких, как бюджет, прибыль, товар, спрос, предложение, акции и т.д.;
- извлечение отношений между этими понятиями: «спрос на акции».

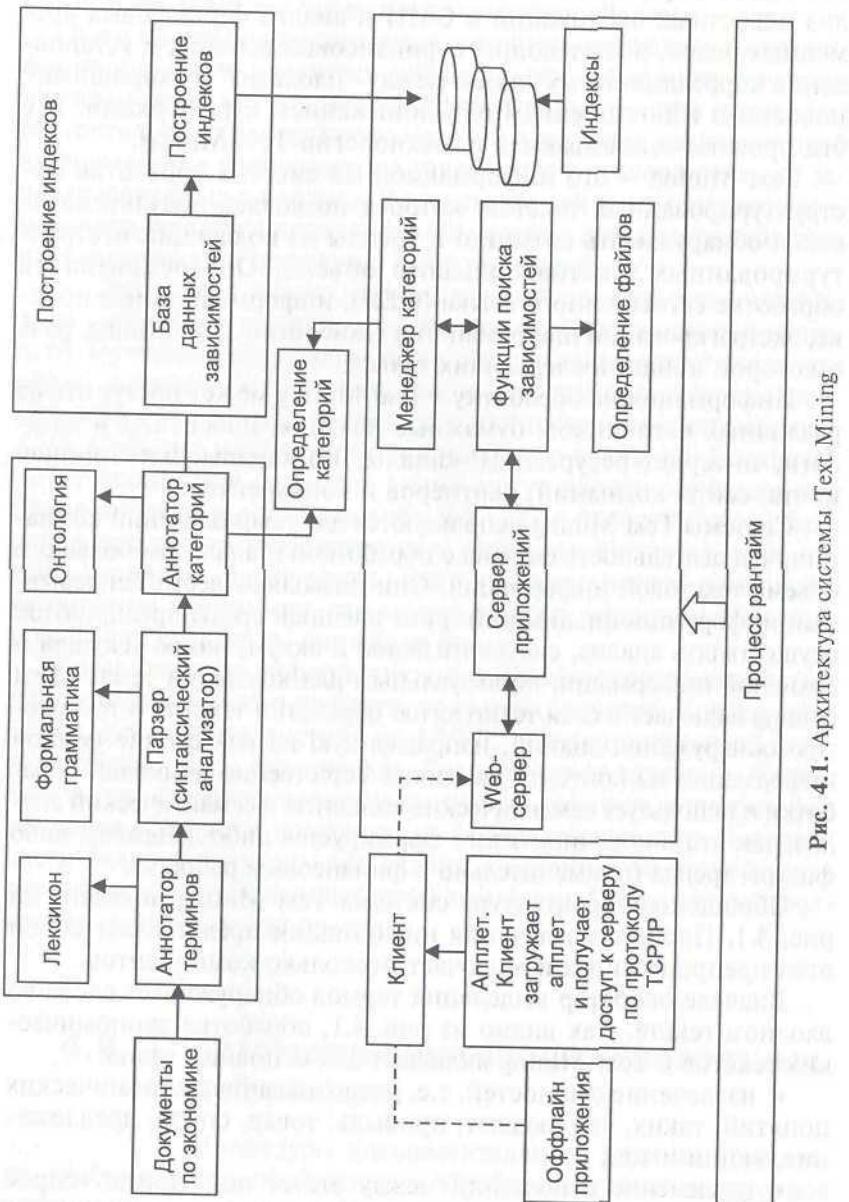


Рис. 4.1. Архитектура системы Text Mining

Извлечение сущностей выполняется за счет использования словаря (на рис. 4.1 - Лексикон). Слово, извлеченное из анализируемого текста, сопоставляется со словом в словаре и считывается вся необходимая для дальнейшего анализа информации об этом слове.

Для каждого слова из словаря считывается его синтаксическая категория (существительное, прилагательное, глагол) и другие характеристики. Слово, приведенное к канонической форме; например, существительное в именительном падеже, единственном числе («товар»), может использоваться как ключевое слово при поиске, поскольку оно встретилось в данном документе.

На стадии преспроцессинга входные документы затем обрабатываются программой синтаксического анализа, который в частности позволяет выявить связи между ключевыми понятиями как синтаксические (согласование в роде, числе и падеже), так и семантические, смысловые («стоимость товара»).

Для перехода от отдельных терминов к обобщенным понятиям или категориям, которые выражаются этими терминами, используются онтологии. Отношения, т.е. связи между понятиями, могут выявляться следующими методами:

- анализ поверхностных грамматических связей;
- использование формальных грамматик для естественного языка в пределах некоторых ограничений;
- использование шаблонов, т.е. некоторых стандартных оборотов и выражений;
- использование статистических зависимостей между терминами и обучением машин (например, нейронных сетей).

Ограниченные формальные грамматики, т.е. грамматики, не охватывающие всего многообразия выражений естественного языка и применимые только к определенного вида инструкциям, в состоянии извлекать бинарные отношения типа существительное и глагол: «продавать акции», или тернарные, т.е. два существительных и глагол: «ОАО поставляет изделие», или в общем виде: «A производит B», где A и B представляют определенные сущности. Система Text Mining обычно содержит иерархические категории, которые можно просматривать в режиме диалога.

Система Text Mining (ТМ-система) включает также обнаружение тернарных отношений между понятиями применением ориентированных на предметную область функций системы Text Mining.

На первом шаге проводится морфологический анализ текста и выделение лексем. Выделение категорий вызывается аннотатором терминов, который находит слова во входной цепочки, используя словарь терминов (Лексикон), и идентифицирует слова, приводя их к канонической форме. Словарь терминов содержит пару форм для каждого термина — поверхностную форму и каноническую форму. Полученная каноническая форма встраивается в текст документа как аннотация на языке XML.

На втором шаге аннотированный текст передается парзеру (синтаксическому анализатору). На выходе парзера получаются выходные сегменты фраз, размеченные согласно их синтаксическим ролям, — например, NP — именная группа (noun part), или VP — глагольная группа (verb part).

Аннотатор категорий затем приписывает категории терминам в этих сегментах и фразах. Словарь категорий состоит из множества канонических форм, которые также указывают метки узлов в иерархии концептов. Иерархия категорий в свою очередь импортируется из существующих иерархий, таких как онтология предметной области. Аннотатор категорий приписывает категории этим сегментам и фразам. Словарь категорий состоит из множества канонических форм и их категорий, которые также указывают метку узла в иерархии категорий.

Синтаксическими категориями между этими сущностями могут быть, например, подлежащее-сказуемое (S-P — subject-predicate) или подлежащее-сказуемое-дополнение (S-P-O — subject-predicate-object), которые получаются на выходе парзера. Вся извлеченная информация в конечном итоге кодируется в индексном файле составляющий **рангтайм** системы.

Важной проблемой в Text Mining является проблема извлечения знаний, содержащихся не только в отдельно взятом документе, сколько в целом в коллекции документов. Подобные системы содержат три основных составляющих:

- 1) извлечение концептов, основанное на обработке естественного языка;
- 2) извлечение данных для обнаружения правил и деновых форм;
- 3) визуализация и интерактивный анализ.

Как уже упоминалось под термином «концепт» понимается смысловое представление текстового контента с тем, чтобы можно было различать это понятие и понятие «ключевое слово»,

выражающее некоторое поверхностное отображение контента. Основная проблема заключается в неоднозначности естественного языка, когда одни и те же концепты могут выражаться различными ключевыми словами, например, «производство продукции» и «выпуск продукции»; «снабжение» и «поставки». Таким образом, ни в коем случае нельзя ориентироваться только на состав слов, поскольку их взаимное расположение может играть существенную роль для смысла текста или отдельного предложения. Для того чтобы был возможен проход от слов и фраз к заключенной в них семантике, необходим семантический словарь (Лексикон), в котором слова приводятся к канонической форме, а затем отдельным словам или словосочетаниям ставятся в соответствие определенная семантическая категория (концепт). Эти категории могут указывать, например, на физическое лицо, место действия, результат действия.

На следующем этапе отыскиваются индексные термины, посредством анализа грамматических признаков слов, которые берутся из Лексикона после обнаружения в нем слова, соответствующего слову в анализируемом тексте.

Наконец, на основе синтаксической модели управления или формальной грамматики устанавливаются синтаксические и семантические связи между индексными терминами. Поскольку каждая предметная область имеет присущую только ей терминологию, специальные программы Text Mining формируют и обновляют список слов, извлекаемых из текстовой базы данных, отсортированные по частоте.

Специалисты в предметной области приписывают отдельными словами соответствующую форму и семантические категории. Таким образом, словарь (Лексикон) содержит поверхностное представление (словоформу) для каждого слова, его каноническую форму, синтаксические признаки и семантическую категорию. Поскольку частотное распределение слов является неравномерным и подчиняется закону Ципфа, т.е. напоминает спадающую экспоненту, поскольку количество часто встречающихся слов, характерных для данной предметной области, оказывается сравнительно небольшим.

Анализ зависимостей между словами происходит по следующей схеме:

- отыскивается слово в Лексиконе и считывается вся семантическая информация о нем;

- слова делятся на слова входящие в именную группу и в глагольную группу с использованием парзера;
- приписывается семантическое значение предикату выраженному глагольной группой.

Результатом этой части анализа является выявление интенций (намерений), заключенных в предложении. Основная составляющая анализа зависимостей заключается в проверке локальных грамматических зависимостей между глагольной и именной группами, с тем чтобы выявить предикат и его аргументы (валентность): «поставить» (что?), (кому?), (когда?), (в какой срок?), (по какой цене?), (в каком количестве?).

После того как извлечены концепты из каждого отрезка текста, мы можем применить различные методы статистического анализа в процессе Data Mining как к множеству концептов, так и к структурированным данным. В результате даже простые функции, такие как увеличение и уменьшение частоты появления каждого концепта в документах, относящихся к определенному периоду, позволяют судить о трендах изменения тематики.

4.3. Система автоматизации фундаментального анализа FINGRID

На базе описанной выше технологии реализован один из проектов анализа новостной информации в интересах фундаментального анализа при трейдинге. Этот проект, позволяющий одновременно анализировать потоки финансовой (в виде временных рядов) и политической информации для прогнозирования состояния финансовых рынков, носит название FINGRID-. Для обеспечения высокой производительности используется специальная архитектура вычислительной среды — Open Grid Services Architecture.

В основе анализа новостных публикаций лежит классификация текстов по определенным категориям (сигнал «плохие новости» или «хорошие новости»). При этом рассматриваются две главные проблемы: какие признаки новостных статей выбрать и как связать их с изменениями на рынке. В области трейдинга большинство аналитических методов традиционно базируются

80

на статистическом анализе прошлых изменений цены, несмотря на то, что новостные публикации дают гораздо лучшие результаты предсказания.

Финансовый и политический анализ предполагает обработку данных как за короткий период времени (ежедневно), так и за длительный (5–10 лет). Это требует от организации непрерывной обработки данных в потоке. Необходимы доступ к **архивам** данных и сопоставление времени поступления новостей с изменениями цен на рынке в соответствующие моменты времени. Некоторые эксперты утверждают, что новостной анализ — это наиболее надежный способ предсказать цены на рынке ценных бумаг. Ежедневно каждая крупная компания выпускает в среднем 60 документов; вопрос в том, как выделить среди них те, что **оказывают** существенное влияние на рынок, и как именно к ним применить *средства обработки естественного языка* — СО ЕЯ (Natural Language Processing Tools — NLPT). Система должна:

- основываться на предположении, что новостные публикации имеют значительное влияние на рынок ценных бумаг;
- классифицировать новостные статьи на «плохие» и «хорошие» (известия для трейдеров);
- извлекать информацию, содержащуюся в новостных статьях.

В качестве входа используются новостные статьи и данные рынка ценных бумаг. Из этих данных строится модель, которая выявляет корреляцию между некоторыми чертами, обнаруженными в этих статьях и изменениях рыночных цен.

Система FINGRID обеспечивает поддержку принятия решений типа покупай/продажай. На основании **новостной** информации, в соответствии с моделью психологов, составляется мнение о состоянии рынка. В частности, модель мнения инвесторов формируется как линейная комбинация следующих показателей:

- дисконт инвестиционного фонда закрытого типа (CEFD);
- коэффициент оборачиваемости капитала (TURN);
- число первых публично размещенных акций компании (N-IPO);
- средний доход по первичному публичному предложению (R-1PO);
- число акций (S);
- размер дивидендов (P);
- возраст фирмы, объем внешнего финансирования.

На базе этих показателей формируется новый составной индекс sentiment по формуле:

$$\text{Sentiment} = -0.358\text{CEFD}_t + 0.402\text{TURN}_{t-1} + 0.414\text{NIPO}_t + \\ + 0.464\text{RIPO}_t + 0.371\text{S}_t - 0.431\text{P}_{t-1}$$

Сложная нелинейная регрессия на больших массивах данных в системе вычисляется на ежемесячной основе. Анализ новостной информации предполагает формирование ответов на вопросы (кто? где? что? когда?) и ежемесячных данных, относящихся к мнениям, извлеченным из текстов статей на основе «локальной грамматики», выделяющей такие явления, как «повышается/понижается», «рост/спад», вместе с атрибутированными и неатрибутированными новостями (слухами).

Интегрированная среда анализа временных рядов системы FINGRID включает препроцессинг, фильтрацию, анализ трендов и сезонных колебаний, изменений дисперсии и использует вейвлет анализ и нечеткую логику. Используется классификация входного потока с применением нейронной сети. Анализируется корреляция результатов анализа новостных статей с изменениями на финансовом рынке. Мнения формируются с учетом используемых в текстах метафор; «бычий» или «медвежий» рынок и другие.

Локальная грамматика представляет собою конечный автомат (рис. 4.2) с правилами, сформировавшимися в результате обучения. Локальная грамматика позволяет обнаруживать в тексте устойчивые сочетания понятий. На рис. 4.3 показана обработка временного ряда: выделены главный и другие доминантные циклы, тренд роста, тренд спада, возможные точки, в которых происходит смена тенденции от роста к спаду и наоборот (окружности), утрата стационарности (вертикальная линия). Для этого же периода времени на рис. 4.4 показан новостной поток и его обработка.

Реакция рынка на статью может быть позитивной, негативной или безразличной. В связи с этим в системе FINGRID различают три вида **реакции**: существенная негативная, нерелевантная и существенная позитивная, что соответствует значительному падению, отсутствию изменений или значительному возрастанию на рынке ценных бумаг. По влиянию статьи на цены рынка ценных бумаг их можно разделить на пять категорий.

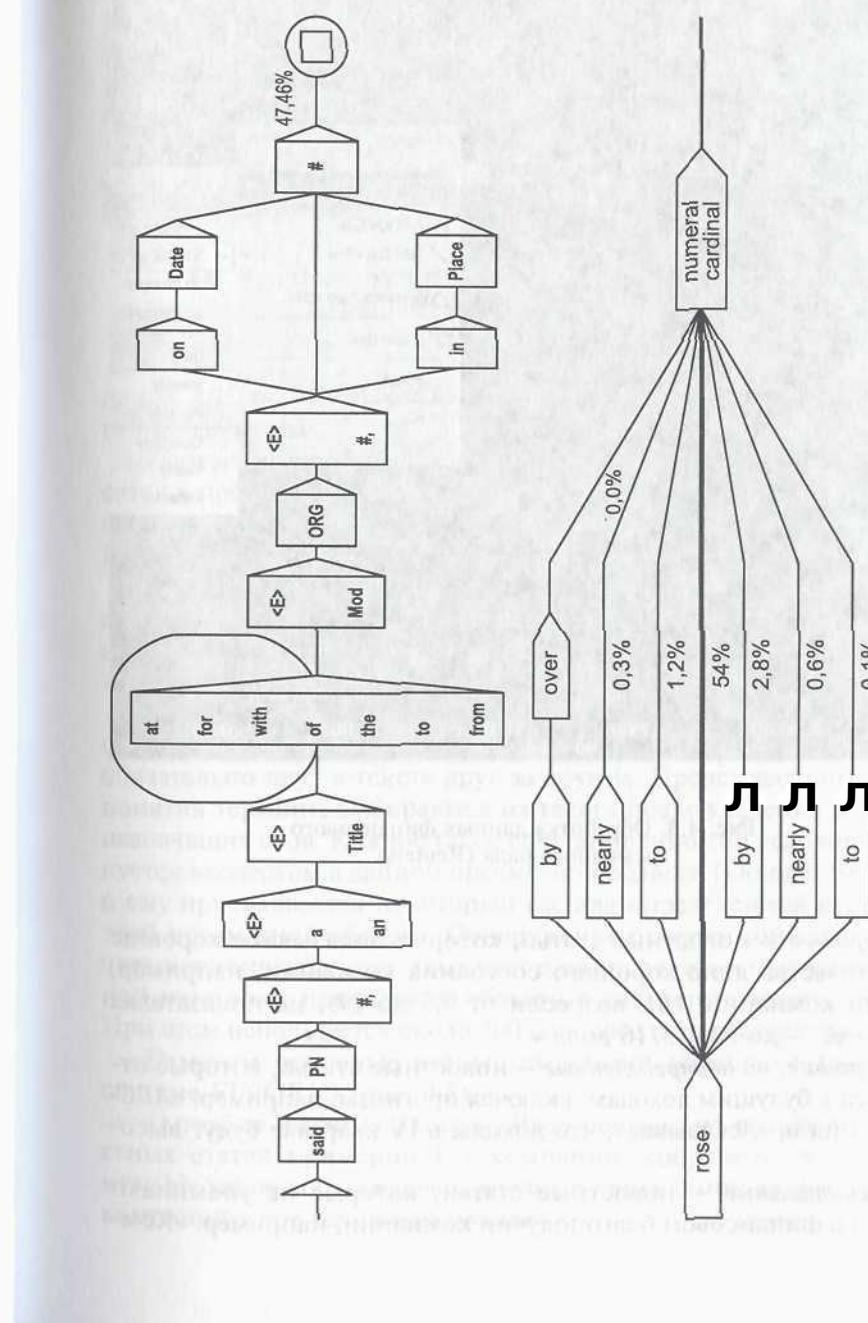


Рис. 4.2. Локальная грамматика & Рис. 4.3

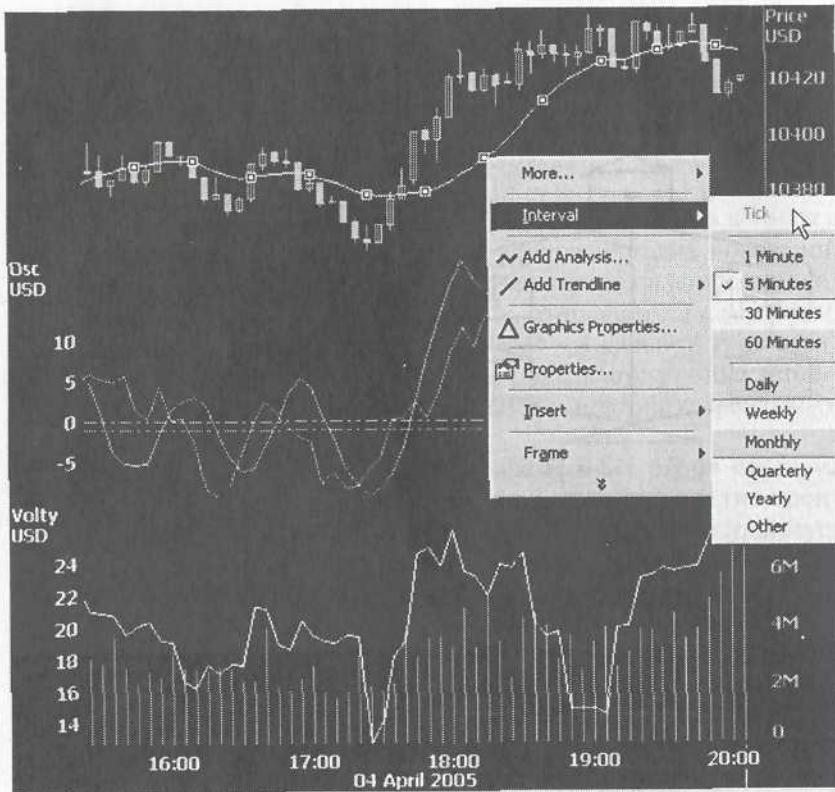


Рис. 4.3. Обработка данных финансового временного ряда (Reuters)

Хорошие — новостные статьи, которые показывают хорошие свидетельства явно хорошего состояния компании, например, «акции компании *LBC* возросли от 0,5 до 2%, на показателях NASDAC - до 24-15/16 долл.»

Хорошие, но неопределенные — новостные статьи, которые относятся к будущим доходам, включая прогнозы, например: «*ABC*-компания предсказывает, что доходы в IV квартале будут высокими».

Нейтральные — новостные статьи, которые не упоминают ничего о финансовом благополучии компании, например: «Ком-

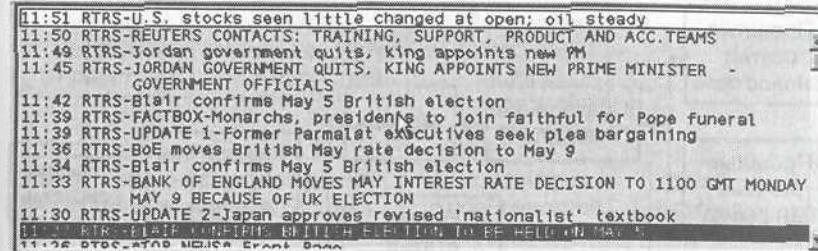


Рис. 4.4. Пример обработки документальной информации новостного потока в системе GRID

пания *LBC* я *XYZInt*. объявили планы развития промышленного производства».

Плохие, неопределенные — новостные статьи, которые относятся к предсказанию будущих потерь или отсутствию прибыли, например: «Компания *ABC* объявила в четверг, что результаты IV квартала могут не достичь ожидаемых».

Плохие — новостные статьи, которые показывают плохие свидетельства относительно финансового состояния компании явным образом, например: «акции *ABC* упали на утренней торговой сессии в Нью-Йорке».

В системе используются часто используемые встречающиеся совместно понятия frequent collocated phrases (FCP), которые не обязательно идут в тексте друг за другом. Представляющие эти понятия термины выбираются из текста после удаления из него незначащих слов. Каждое такое сочетание понятий условно имеется экспертом в данной предметной области (Domain Expert), и ему присваивается некоторый вес для определенной рубрики этой предметной области. Обнаружение программой такого сочетания понятий свидетельствует о принадлежности текста данной категории предметной области с соответствующим весом. При этом используется около 200 наиболее информативных слов.

Отметим основные этапы технологии обработки текста в системе FINGRID (рис. 4.5):

1) подбор входных данных. Вход состоит из истории новостных статей примерно 127 компаний, собранных из <http://www.biz.yahoo.com>, включая дневные цены акций тех же самых компаний в тот же самый период;



Рис. 4.5. Технология обработки данных в системе

2) идентификация и разметка тенденций;

3) установление соответствий между новостями и трендами.

Чтобы изучить, какие новостные статьи релевантны для компаний, используется категоризация Yahoo установления соответствия между статьями и компаниями. Для каждой тенденции формируется окно, чтобы изучить, как статья соотносится с тенденцией. Считается, что имеет место совпадение, если статья появилась за несколько часов до начала тренда;

4) построение лингвистической модели. На первом шаге **встречаемости** слов подсчитываются и совместно используются вместе с Байесовским алгоритмом, в результате чего выявляется тренд, который наиболее вероятно был вызван данной статьей;

5) на финальной стадии система предполагает наличие позитивного или негативного тренда.

Отмечается, что хорошие и плохие новости сказываются на ценах рынка в тот же день, на следующий день и даже в день накануне. Реакция на новости следует через 60-90 мин. после появления. Использование «списков» дневной сессии и фиксирование цен закрытия дает возможность определить эффект от новостных статей.

Полный алгоритм обработки информации в системе приведен на рис. 4.6.

Анализ текста в системе FINGRID осуществляется при помощи следующего функционала:

1) используется стоп-словарь, чтобы исключить незначащие слова, а также алгоритмы выделения основ;



Рис. 4.6. Полная структура алгоритма обработки информации в системе

2) для выделения основ может быть использован Word Net — Для преобразования слова в его лемму (лемматизация). Word Net - лексическая справочная система, в которой английские слова

(существительные, глаголы, причастия и наречия) организованы в сеть синонимов, каждый термин представляет соответствующий лексический концепт;

3) словарь организован согласно онтологической концепции, когда каждый концепт аннотируется несколькими словами, описывающими контекст. Концепты разбиты на классы и тексты: классы организованы иерархически и аннотированы частями речи, тексты являются концептами, которые могут быть определениями классов. Для того чтобы правильно отобразить содержание новостной статьи, необходимо снабдить систему значением компаний, техническими и технологическими терминами и терминами рынка;

4) в системе используется **полномасштабный** синтаксический анализатор (парзер), который производит морфологическую информацию для словоформы — тексты, а функциональные зависимости представляют реляционные отношения в предложении. Это позволяет выделить:

- а) объекты и онтологические факты (имена, организации, местность);
- б) действия;
- в) обстоятельства (где, когда, как и почему);

5) онтология Open Сус используется для представления фундаментальных знаний. В Open Сус могут существовать микротеории, которые содержат совокупность знаний, сведений относительно конкретной предметной области. Константы естественного языка Open Сус поддерживает связь Open Сус с системами обработки естественного языка.

Между сформированными в таком виде описаниями новостей и текущими ценами активов на рынке ценных бумаг устанавливаются статистические связи, позволяющие прогнозировать изменения цен в зависимости от характера новостей.

5 ГЛАВА

Информационные технологии технического анализа

5.1.

Принципы технического анализа

Финансовый рынок характеризуется динамикой, наличием огромных потоков данных, он подвержен влиянию непрогнозируемых событий. Все это приводит к необходимости постоянного принятия решений и оценки финансовых рисков. Неправильный прогноз часто является причиной больших денежных потерь, в крайнем случае, разорения. Данные факторы определяют важное значение технического анализа, как метода исследования динамики рынков с целью прогнозирования будущего направления движения цен. Технический анализ заключается в исследовании ценовой динамики рынка с помощью анализа закономерностей изменения трех рыночных факторов: цены, объема и в случае, если изучается рынок срочных контрактов — открытого интереса (объема открытых позиций).

Причем, первичными для анализа считаются цены, а изменения остальных факторов изучаются для подтверждения правильности направления движения цен.

Технический анализ рынка ценных бумаг базируется на трех основополагающих принципах:

- 1) отражение;
- 2) тренд;
- 3) повторяемость.

Отражение означает, что все происходящие события (экономические, политические, социальные, психологические) отражаются в ценах. Принцип отражения позволил сформулировать правило: «продавать при появлении хороших новостей».

Тренд. Согласно этому принципу, изменения цен происходят в соответствии с определенным, преобладающим направле-

нием. Тренд или тенденция - это определенное движение цены в том или ином направлении.

В реальной жизни ни один рынок не движется в каком-либо направлении строга по прямой. В графическом плане линии трендов отражают способность рынка сохранять поступательное (вверх или вниз) движение с определенной скоростью изменения цены. Возрастающий (восходящий), или «бычий», тренд (uptrend, upward, bullish trend) характеризуется тем, что нижние цены колебаний рынка повышаются.

Линия, ограничивающая такой тренд снизу и проходящая через минимальные значения, называется *линией тренда*. Линия тренда, ограничивающая цены снизу, называется *линией поддержки* (support line - sup.). Убывающий (нисходящий), или «медвежий», тренд (downtrend, downward, bearish trend) возникает тогда, когда максимальные цены колебаний рынка понижаются. При убывающем тренде линия тренда, которая ограничивает цены сверху, называется *линией сопротивления* (resistance line - res.).

Каналы (channel) появляются, когда для четко выраженного тренда одновременно существуют линии поддержки и сопротивления. Линии сопротивления и поддержки чаще всего не параллельны друг другу. При этом тренд дает возможность прогнозировать как нижние, так и верхние их уровни.

Третий тип тренда — это как бы отсутствие тренда, т.е. горизонтальный (боковой) тренд, когда цены колеблются в горизонтальном диапазоне (sideways, flat market, trendless). Для него тоже существуют линии поддержки и сопротивления, но отсутствует явно выраженное движение цен вверх или вниз. Выявление тренда и момента его смены является главной целью технического анализа. Следуя определенному тренду, можно значительно повысить вероятность получения положительного результата от проводимых операций.

Повторяемость. Суть этого принципа состоит в выявлении модельных ситуаций, появляющихся время от времени на рынке. Эти модели позволяют интерпретировать уже произошедшие изменения и прогнозировать будущие движения цен. Принцип повторяемости дает возможность в новых ситуациях реализовать уже приобретенный ранее опыт.

5.2. Аналитические методы технического анализа

Регрессионные методы. Все многообразие методов прогнозирования технического анализа можно разделить на две большие группы: графические методы и аналитические методы.

В рамках технологии технического анализа наряду с традиционными методами анализа ценовых фигур трейдерами широко используются аналитические методы, применяющие фильтрацию или математическую аппроксимацию временных рядов. В качестве базового Временного ряда в техническом анализе используются ряды значений цены акции за некоторый промежуток времени, объема торговли и числа открытых позиций. Основным инструментом аналитических методов является индикатор, который в свою очередь представляет собой набор функций от одного или нескольких базисных временных рядов с определенным временным «окном». Наиболее часто применяется модель прогнозирования ARIMA — акроним модели авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС). В задачах регрессии требуется предсказать значения переменной, принимающей, как правило, непрерывные числовые значения (такие как завтрашнюю цену акций). В таких случаях в качестве выходной требуется одна числовая переменная. Порядок ARIMA обычно обозначается (p, d, q) , где:

p — порядок авторегрессионной части;

d — порядок дифференцирования;

q — порядок процесса скользящего среднего.

Если дифференцирование отсутствует ($d = 0$), то модели обычно называют ARIMA (p, q) модели. Математически в чистом виде модель ARIMA записывается следующим образом:

$$W_t = \mu + \frac{\Theta(B)}{\Phi(B)} a_t,$$

где W_t — производная от Y_t либо совпадает с исходным рядом наблюдений Y_t .

t — дискретные моменты времени;

μ — среднее значение;

B — оператор обратного сдвига, т.е. $BX = X_{t-1}$;

$\theta(B)$ – оператор скользящего среднего, представленный в виде полинома от оператора сдвига: $\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$;

$\varnothing(B)$ – оператор авторегрессии, представленный в виде полинома от операторов сдвига: $\varnothing(B) = 1 - \varnothing_1 B - \dots - \varnothing_p B^p$;

a_t – погрешность, называемая случайной ошибкой.

В наиболее простом виде оператор несезонного дифференцирования имеет вид:

$$W_t = (1 - B)^d Y_t.$$

Например, математическая форма модели ARIMA (1,1,1) выглядит так:

$$(1 - B)Y_t = \mu + \frac{(1 - \theta_1 B)}{(1 - \varnothing_1 B)} a_t.$$

Модель ARIMA может быть также записана в виде:

$$\varnothing(W_t - \mu) = \theta(B)a_t,$$

или

$$\varnothing(B)W_t = \text{const} + \theta(B)a_t,$$

где $\text{const} = \varnothing(B)\mu = \mu - \varnothing_1\mu - \varnothing_2\mu - \dots - \varnothing_p\mu$.

Выбор модели зависит от предположений о характере тренда. Если мы предполагаем, что тренд – константа, то нам подходит модель с производной первого порядка. Модель с производной второго порядка более подходит, если мы считаем, что характер тренда непостоянен и тренд меняется со временем. При прочих равных условиях нужно, конечно, выбирать модели с наименьшим возможным порядком производной.

Самый первый и самый важный шаг при построении АРПСС-модели – определение порядка дифференцирования, необходимого для того, чтобы превратить ряд в стационарный. Как правило, дифференцировать нужно до тех пор, пока мы не получим

ряд, флюктуирующий вокруг явного среднего, автокорреляционная функция (АКФ) которого быстро убывает, стремясь к 0 сверху или снизу.

Если у ряда наблюдается медленный тренд или другие отклонения, либо если его АКФ положительна при достаточно больших значениях аргумента (число 10 уже достаточно велико), ряд нужно продифференцировать еще раз.

Индикаторы поведения рынка формируются на основе методов анализа финансовых временных рядов и позволяют определять тренды и их точки поворота. Они более объективны, чем диаграммы и способны обеспечить более глубокое понимание баланса быков и медведей. Однако индикаторы часто противоречат друг другу: какие-то хорошо работают на трендовых рынках, другие – на рейнджевых; одни хорошо отслеживают точки поворота, другие – тренды.

Индикаторы принято разделять на три группы: следующие тренду (показатели трендов), осцилляторы и прочие. Индикаторы, *следующие тренду*, хорошо работают на подвижных рынках, но обманчивы и опасны, если рынок, в основном, стабилизовился вблизи какого-то уровня. *Осцилляторы* полезны при отслеживании точек поворота для стабильного типа рынка, однако на трендовых рынках они дают ошибочные сигналы.

К индикаторам, следующим тренду, относятся скользящие средние (Moving Average – MA), схождение-расхождение скользящих средних (Moving Average Converge/Divergence – MACD). Осцилляторы включают стохастику, индикаторы скорости изменения, индикаторы слаженной скорости изменения, момент, индекс относительной силы (Relative Strength Index - RSI), луч Элдсра, индекс силы, индекс Вильямса, индекс товарного канала. Осцилляторы являются лидирующими или совпадающими индикаторами и часто срабатывают раньше *psi*.

Скользящее среднее (MA) – основной и широко используемый индикатор.

Стохастический осциллятор (STOCH) наиболее полезен для измерения силы тренда и служит для прогнозирования разворотных точек рынка.

Индекс относительной силы (RSI) позволяет определить с довольно высокой вероятностью момент разворота. Трейдеров обычно интересует, когда RSI поднимается выше 80 (что свиде-

тельствует о перекупленности рынка и очень вероятном его падении), и ниже 20 — свидетельство перепроданного™ рынка и его готовности повернуть вверх.

Схождение-расхождение скользящих средних (MACD), как и другие индикаторы, используется трейдерами для обнаружения опережающих сигналов или расхождения между рыночными ценами и показаниями индикатора. Если MACD принимает положительное значение, а его минимумы все выше, в то время как цены все еще растут, это может быть сильным сигналом к покупке. И наоборот, если MACD-максимумы все ниже, а цены достигают новых высот, это может означать сильное медвежье расхождение и сигнал на продажу.

Скользящее среднее значение цены — это среднее значение выбранного интервала цен за определенное количество дней (недель и т.п.), деленное на число дней. Скользящее среднее — распространенное средство технического анализа, оно применяется само по себе или для создания осциллятора. Его основной недостаток — систематическое запаздывание сигнала; достоинство — легкость определения направления тренда.

Известны три вида скользящих средних:

- 1) простое, или арифметическое;
- 2) линейно сглаженное (взвешенное);
- 3) экспоненциально сглаженное (взвешенное).

Простое, или арифметическое, скользящее среднее представляет собой сумму выбранного числа цен за некоторое количество дней, деленную на число таких слагаемых:

$$MA = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n},$$

где $\sum_{i=1}^n$ — сумма значений цен за n дней;
 n — временной интервал (количество дней),

Чем выше число дней, по которому вычислено среднее, тем более сглаженным является соответствующий график. Скользящее среднее значение цены облегчает визуальное наблюдение за активностью торгуемого актива за счет исключения статистических шумов.

Экспоненциально сглаженное (EMA) скользящее среднее включает в себя все цены предыдущего периода, а не только отрезок, заданный при установке периода. При этом более поздним значениям придается больший вес.

Для уменьшения недостатков скользящих средних используют комбинации двух кривых — метод конвергенции-дивергенции скользящих средних, или сходимость и расходимость скользящих средних (Moving Averages Convergence Divergence - MACD) (рис. 5.1).

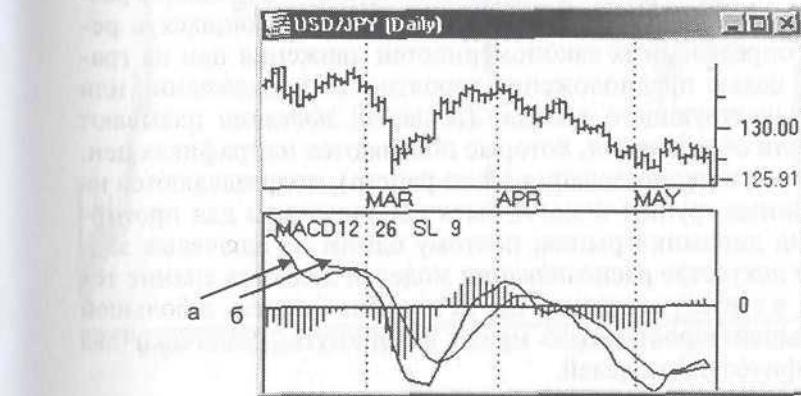


Рис. 5.1. Сходимость и расходимость скользящих средних (MACD):
 а — график «короткого» (быстрого) скользящего среднего;
 б — график «длинного»* (медленного) скользящего среднего

Обычно используют две линии средних с разными периодами: одну, более быструю, с коротким периодом и другую, более медленную, с длинным периодом, но можно использовать и более двух линий. Касание или пересечение ценами линий средних сигнализирует о возможном развороте тренда, особенно в тот момент, когда цена закрытия тоже пересекает средние.

Сигнал к покупке на комбинации из двух скользящих средних возникает, когда график «короткого» (быстрого) скользящего среднего пересекает график «длинного» (медленного) снизу вверх. Сигнал к продаже возникает, когда происходит обратное,

т.е. «длинное» скользящее среднее пересекает «короткое» сверху вниз. Наилучшие результаты MACD-гистограмма показывает при анализе ее на отрезках времени от суток и более. Периоды менее часа дают много ложных сигналов. На рис. 5.1 в виде гистограммы представлены ежедневные разницы этих двух графиков.

5.3. Графические методы технического анализа

Графический технический анализ — это анализ различных рыночных графических моделей, образующихся в результате определенных закономерностей движения цен на графиках, с целью предположения вероятности продолжения или смены существующего тренда. *Ценовыми моделями* называют фигуры или образования (chart pattern), подразделяются на определенные группы и могут быть использованы для прогнозирования динамики рынка; поэтому одним из ключевых элементов в искусстве распознавания моделей является знание тех участков в структуре тренда, где та или иная модель с большей или меньшей вероятностью может возникнуть. Различают два вида графических моделей.

Модели перелома тенденции

- Голова и плечи
- Инверсная голова и плечи
- Тройная вершина
- Инверсная тройная вершина
- Двойная вершина
- Инверсная двойная вершина

Модели продолжения тенденции

- Симметричный треугольник
- Восходящий треугольник
- Нисходящий треугольник

Модели перелома тенденции образуются на графиках, которые при выполнении некоторых условий, могут предвосхищать смену существующего на рынке тренда. К ним относятся: «голова и плечи», «двойная вершина», «двойное основание», «тройная вершина», «тройное основание».

Модель «голова и плечи» подтверждает разворот тренда (рис. 5.2). В точке А тенденция к повышению продолжает свое



Рис. 5.2. Цеповая фигура модель «голова и плечи»*

развитие; затем наступает промежуточный спад (точка B), объем становится меньше. В точке С объем чуть ниже, чем в период предыдущего роста. После этого цены начинают падать до уровня точки D, и опускаются ниже уровня предыдущего пика в точке А, почти до уровня предыдущего спада (точка B).

Затем цены вновь идут вверх (точка Е), но им так и не удается преодолеть уровень предыдущего пика (точка С).

Модели продолжения тенденции образуются на графиках, которые при выполнении некоторых условий, позволяют утверждать, что существует вероятность продолжения текущей тенденции. Возможно, тенденция развивалась слишком быстро и временно вступила в состояние перекупленности или перепро-

данности. Тогда после промежуточной коррекции она продолжит свое развитие в направлении прежней тенденции. В этой группе выделяют такие модели, как «флаги», «вымпелы», «треугольники» и др. (рис. 5.3).

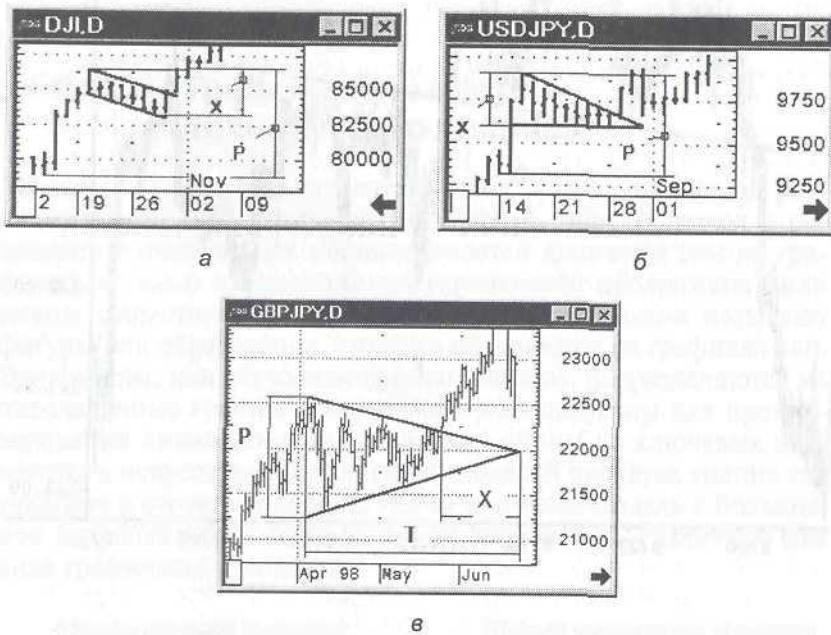


Рис. 5.3. Ценовые модели продолжения тенденции:
о — флаг; б — вымпел; в — треугольник

У каждой модели есть свой специфический механизм образования и определенная графическая форма. Динамика объема сделок является подтверждающим фактором существования определенной модели. Все модели находят себе объяснение с точки зрения психологии участников рынка. Данный метод является одним из основных приемов технического анализа и по эффективности применения показывает хорошие результаты.

5.4. Программы консалтингового технического анализа

Не обладая полной информацией о ценовых паттернах, технический аналитик будет упускать многочисленные торговые возможности. Инвесторам необходим быстрый, простой и своевременный доступ к информации о сформировавшихся графических моделях по большому количеству финансовых инструментов с целью повышения эффективности торговли.

В настоящее время трейдеры финансового рынка используют различные программные продукты для анализа рыночной ситуации и формирования портфелей. Многие алгоритмы технического анализа запрограммированы, и имеется достаточное количество программных продуктов по прогнозированию рынка, в частности курсов валют.

Trader - система, позволяющая прогнозировать движение курсов валют на валютной бирже (рис. 5.4). В качестве исходных используется информация по предыдущим результатам торгов (временной ряд): максимальная, минимальная цена, цена закрытия и объем сделок за день. Если пользователь располагает также ценой открытия и параметром Open Interest, то при создании своей базы данных он это может указать, что даст ему дополнительную возможность использовать именно эти параметры для анализа. Если имеется информация только по цене закрытия, то система считает, что максимальная и минимальная цены равны этой цене закрытия. В системе используются следующие алгоритмы анализа данных: скользящее среднее трех видов — линейное, экспоненциальное, с задаваемыми весами, MACD-гистограммы, а также другие индикаторы технического анализа. Пользователь может создавать собственные формулы для анализа данных. К достоинствам системы также можно отнести возможность применения индикатора к уже построенному индикатору. Это, например, требуется при построении MACD-гистограммы, где скользящее среднее вычисляется для разности двух скользящих средних.

Недостатком данной системы можно считать не слишком удачно спроектированное меню. Даже для опытного пользователя без соответствующей документации быстро освоить данный программный продукт довольно трудно. К достоинству интерфейса можно отнести наличие горячих клавиш, которые позволяют быстро попасть в тот или иной экран.

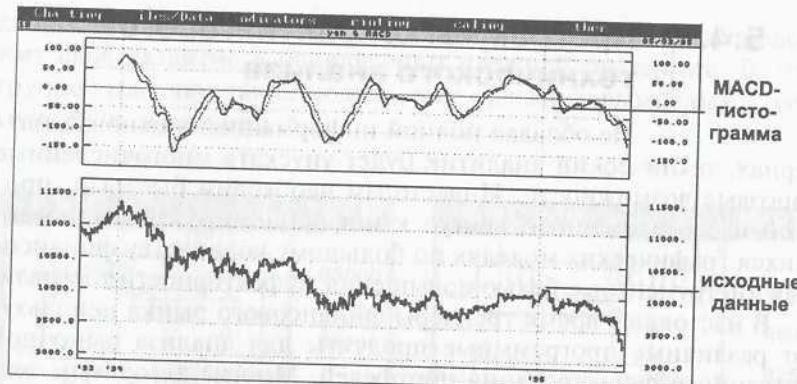


Рис. 5.4. Интерфейс системы Trader

В системе также отсутствует справка по общему описанию системы, однако можно получить справку по горячим клавишам. При этом имеется довольно подробное описание каждого из существующих в системе индикаторов, которое вызывается из меню Indicators → Indicator help.

Elliot wave analyzer professional 6.9. Программный продукт, предназначенный для анализа валютного рынка с использованием принципов волн Эллиотта, а также с помощью стандартных алгоритмов технического анализа. В 1930 г. Ральф Эллиотт обнаружил, что эмоциональное состояние толпы влияет на курсы валют и это влияние описывается несколькими образцами, которые теперь известны как волны Эллиотта (рис. 5.5).

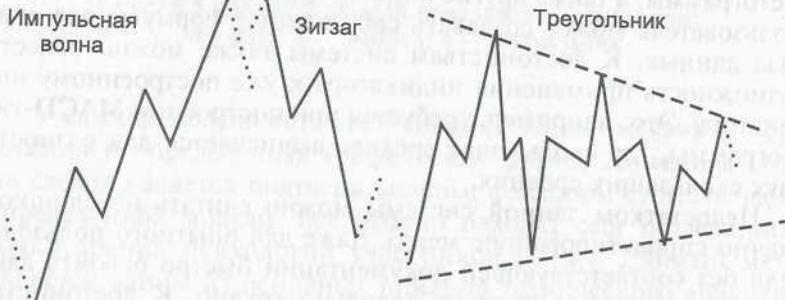


Рис. 5.5. Волны Эллиотта

Программные продукты позволяют выделять из временного ряда незаконченные образцы, которые можно отнести, в определенной степени, к образцам волн Эллиотта. Поскольку поведение стандартных волн Эллиотта изучено, то можно сделать прогноз по дальнейшему развитию этих незаконченных образцов. Для каждого образца (законченного и незаконченного) система вычисляет коэффициент Goodness, изменяемый от 0 до 100, который и определяет степень близости исследуемого образца к теоретическому аналогу.

Одним из важных параметров анализа является количество меток — числа отрезков ломаной, которая (ломаная) аппроксимирует исследуемый образец. Пользователь может задать плотность распределения меток. Как правило, к концу исследуемого промежутка времени плотность распределения меток следует увеличить.

После анализа в системе Elliot wave analyzer professional дается анализ каждой из полученных волн (тип, размер, завершенность) и даются сигналы входа или выхода с рынка для коротких или длинных позиций (рис. 5.6).

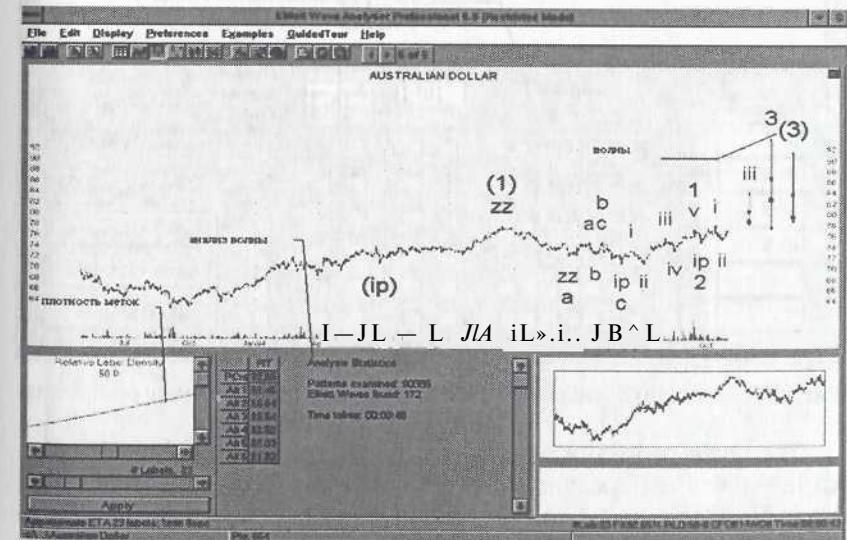


Рис. 5.6. Интерфейс системы Elliot wave analyzer professional

Данные о курсах можно объединять в группы; тогда после анализа валюты, по которым были сгенерированы сигналы входа и/или выхода. Пользователь может настраивать параметры, по которым определяются критерии выхода и входа (рис. 5.7).

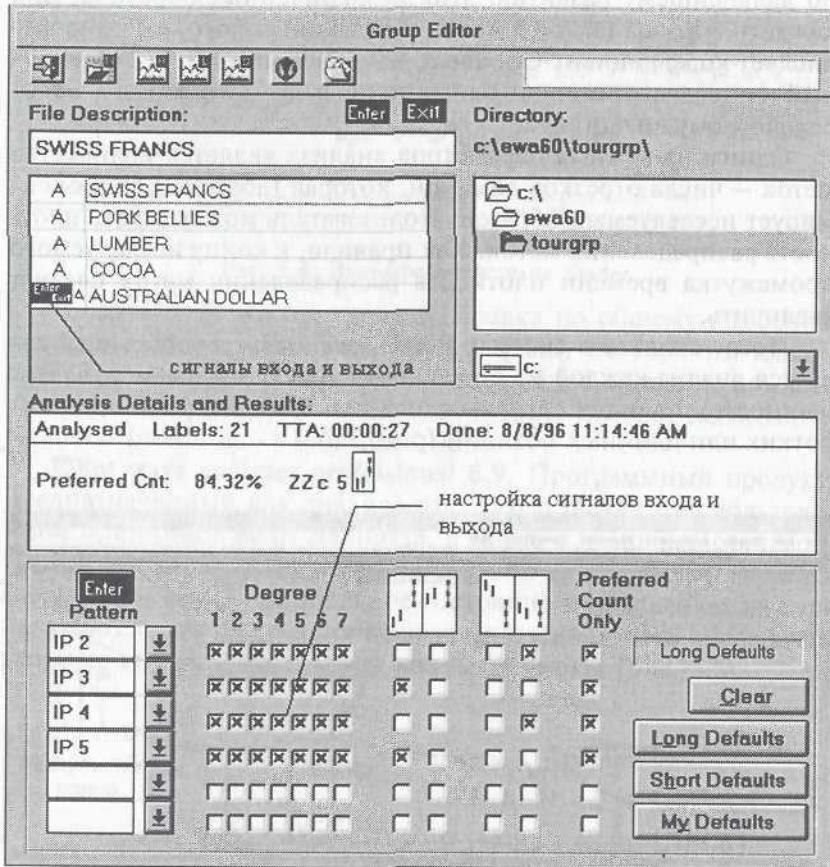


Рис. 5.7. Настройка параметров в системе Elliot wave analyzer professional

В случае работы в режиме он-лайн программа автоматически производит пересчет волн, период которого задает пользователь. Наряду с анализом по методу Эллиотта пользователь может сам написать любой алгоритм индикатора на любом языке программирования, и вычисленный индикатор высвечиваются на том же графике, что и исходные данные. На один и тот же

график можно наложить много индикаторов, что позволяет одновременно видеть их показания.

В отличие от программы Trader в данный продукт можно импортировать текстовые файлы. Пользователь может задать диапазон анализируемых данных по датам, а после анализа сравнить реальные и предсказанные результаты. В системе имеется подробная справочная система с теоретическим описанием принципа Эллиотта, а также раздел Guided Tour, который проводит пользователя через все этапы анализа данных по методу Эллиотта. К сожалению, демо-версия программы анализирует только свои собственные примеры

Ainet — нейросетевая программа, используемая для прогнозирования событий. Для анализа временных рядов программа Ainet мало пригодна, но она дает хорошие результаты для многих задач, где надо интерполировать данные. Плохие результаты получаются при экстраполяции данных. Параметр анализа — *penalty coefficient*, который программа сама же и оптимизирует. В качестве исходных данных выступает прямоугольная матрица с полностью присутствующими данными и матрица с тем же количеством столбцов, в которой некоторые данные отсутствуют. Программа (рис. 5.8) пытается предсказать значения этих отсутствующих данных. Интерфейс программы довольно прост,

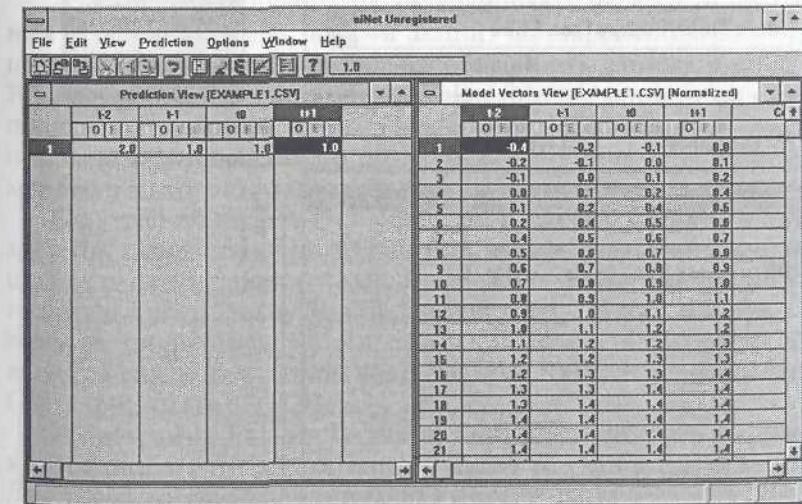


Рис. 5.8. Интерфейс программы Ainet

поэтому нет нужды его описывать, укажем лишь ограничения: максимальное количество переменных - 500, матриц - 20000.

Система обладает функцией экспорта и импорта текста, что дает возможность переносить данные из нее в другие программы анализа рынка. В системе есть справочная система, а также файлы в формате Microsoft Word - part1.doc, part2.doc, part3.doc и appendix.doc, в которых описываются примеры и рассматриваются вопросы применения нейронных сетей.

Недостатком программы является работа по методу «черного ящика», что не позволяет пользователю, не знакомому с нейронными сетями, понять алгоритм прогнозирования.

Parity 1.5 Technical analysis system вобрала в себя все лучшие качества MetaStock Trader, кроме того, в нее добавлено много новых функций. Поскольку эта программа написана для работы в среде Windows, то в ней используется дружественный интерфейс этой среды и развитая система справки.

Достоинством Parity является возможность импорта данных таких программ, как Excel, Lotus и просто текстовых файлов. После выбора пункта меню Groups -> Load a Security\press появится диалоговое окно (рис. 5.9).

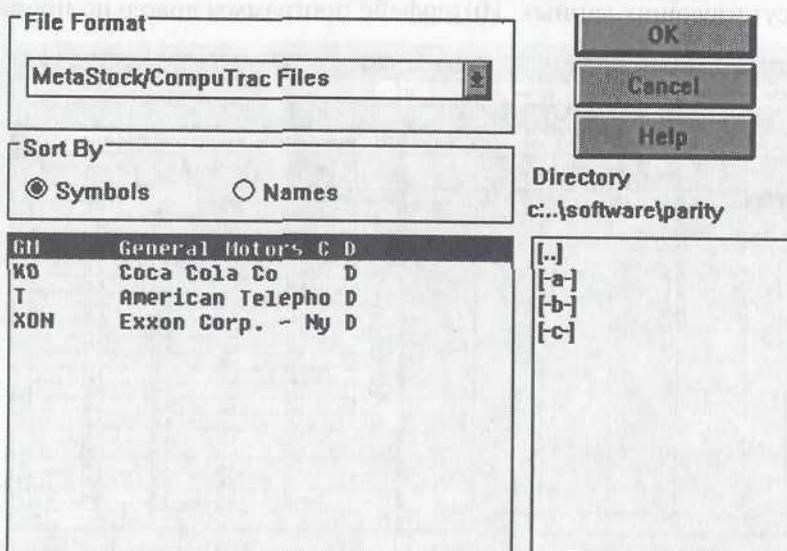


Рис. 5.9. Диалоговое окно

Выберем для примера Genera! Motors и щелкнем по кнопке OK. Появится окно, предлагающее выбрать диапазон данных. После выбора диапазона появится гистограмма (рис. 5.10).



Рис. 5.10. Гистограмма General Motors

Как правило, приходится анализировать несколько временных рядов (например, курсов акций) одновременно. Для этой цели программа Parity позволяет объединять данные в группы. В меню Groups нужно выбрать Select/Modify group, после чего появится диалоговое окно, позволяющее создавать и модифицировать группу. Выберем созданную функцию, и первый временной ряд группы данных будет отображаться на экране.

Сам график не является слишком информативным, и потому в программе предусмотрено много индикаторов, позволяющих проводить более точный анализ. Для этого в меню Studies нужно выбрать Create/Modify Current Study. После выбора, например, индикатора RSI (periods) программа нарисует исходный график курса акции и показатель Relative Strength Index (RSI) (рис. 5.11).

В программе Parity имеется возможность собирать несколько показателей (обычно, одного вида) в группу индикаторов. Для этого в меню Studies нужно выбрать пункт «Select a study». После выбора из списка групп группу Oscillators 1 на экране появится много показателей осцилляторного типа. Формулы для

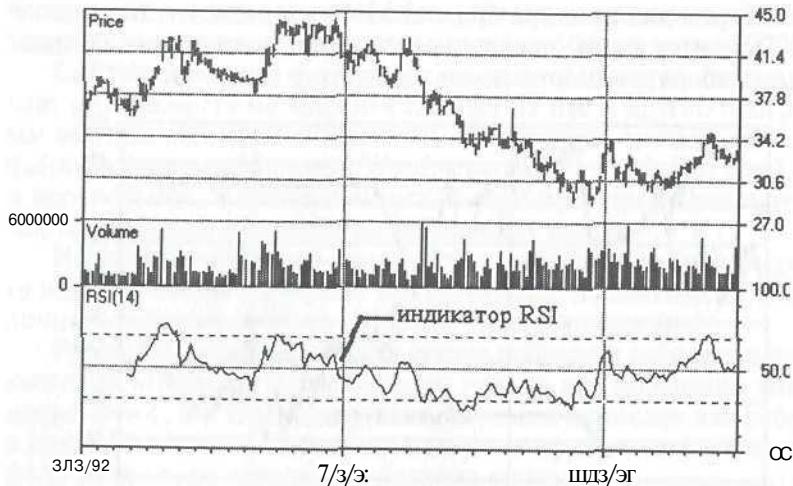


РИС. 5.11. Индикатор RSI

каждого из них можно посмотреть, выбрав пункт меню Studies -> Create/Modify Current Study.

В группе индикаторов можно задавать взаимное расположение индикаторов, наличие осей и цвета индикаторов на графике (рис. 5.12).

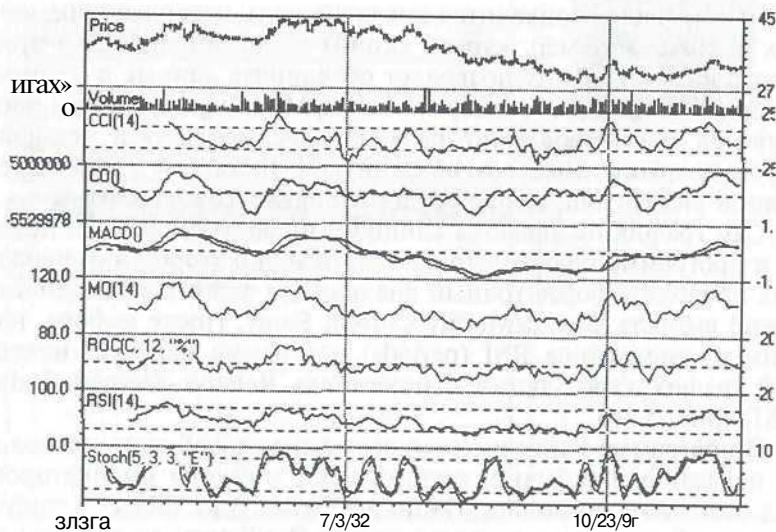


Рис. 5.12. Группа индикаторов

Так как в техническом анализе существуют разные индикаторы — осцилляторные, следующие тренду и прочие, в программе имеется средство объединения групп — серии. В программе есть встроенный пример серии — SampleBatch, которую можно выбрать в меню Studies —> Select a Batch. После этого на экране появится одна из групп индикаторов для одного из временных рядов. Все группы индикаторов и временные ряды образуют прямоугольную матрицу, элементами которой являются конкретные группы индикаторов для конкретного временного ряда.

Экранная конфигурация групп индикаторов, представляющая собой предопределенную конфигурацию экрана, на котором размещены группы индикаторов, называется *мастером*. Пример конфигурации экрана можно просмотреть в меню Clusters —> Select a Cluster, а затем выбрать разрешение экрана. Появится пример конфигурации экрана для данного разрешения (рис. 5.13).

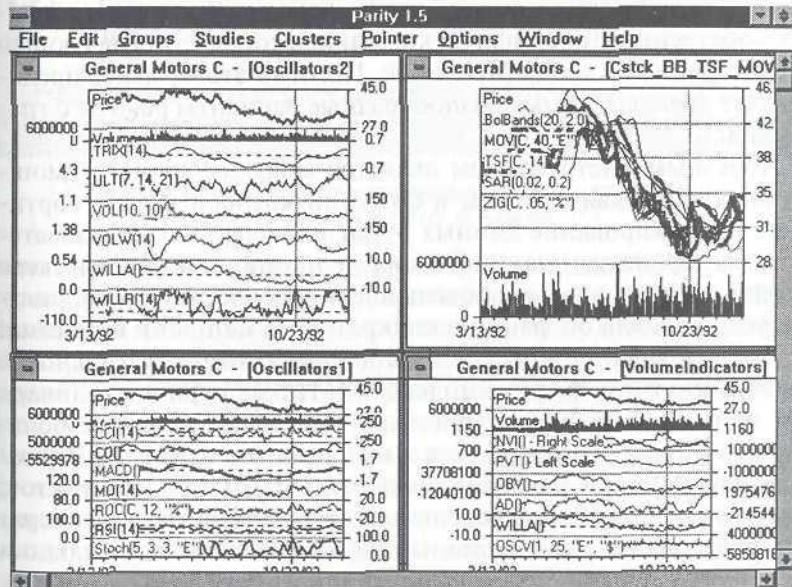


Рис. 5.13. Кластеры

Системы Parity является довольно мощным средством для анализа временных рядов. Недостатком ее можно считать отсутствие механизмов DDE, позволяющих в оперативном режиме изменять анализируемые данные.

5.5. Профессиональные программы технического анализа

MetaStock — программный продукт компании Equis International (подразделение Reuters). MetaStock включает множество инструментов, торговых систем и экспертов, обладает простым и интуитивно понятным интерфейсом. Существенный минус программы — ограничение на файл с данными, который может состоять только из 65 000 позиций. Встроенный язык для создания собственной торговой системы и индикаторов отличается простотой и наглядностью. Выбранная стратегия может быть протестирована в тестере MetaStock на основе исторических данных, при этом допускается математическая формализация и включение дополнительных условий. В MetaStock предусмотрены порядка 160 встроенных индикаторов, а также линейных анализаторов, есть возможность написания собственных специфических индикаторов с последующей их интеграцией в среду MetaStock. Помимо этого, пакет предоставляет трейдеру самые разнообразные варианты работы с графиками.

Полезным инструментом является модуль Explorer - мощная аналитическая система, в функции которой входит сортировка и ранжирование ценных бумаг по заданным пользователем характеристикам на основе корреляционного и циклического методов анализа, а также оповещение пользователя о благоприятных условиях для операций с конкретными ценными бумагами.

Построим в программе MetaStock индикатор волатильности на пятиминутном графике индекса ММВБ за период с 9 января 2007 г. по 5 июня 2008 г. (рис. 5.14). Данный индикатор большую часть времени колеблется в интервале от 0 до 15; в периоды резких падений его значения достигают 20 и более пунктов, что сигнализирует об агрессивных продажах во всех секторах фондового рынка. Как видно из графика, всплеск волатильности происходит после начала коррекции, до этого момента резких колебаний на рынке нет, но высокое значение индикатора зачастую наблюдается уже в самом начале коррекции.

Рассмотрим более подробно январский обвал российского фондового рынка (рис. 5.15). Падение рынка акций было связано, прежде всего, с негативной динамикой мировых торговых площадок, импульс к падению которых дал рынок США. 22 ян-

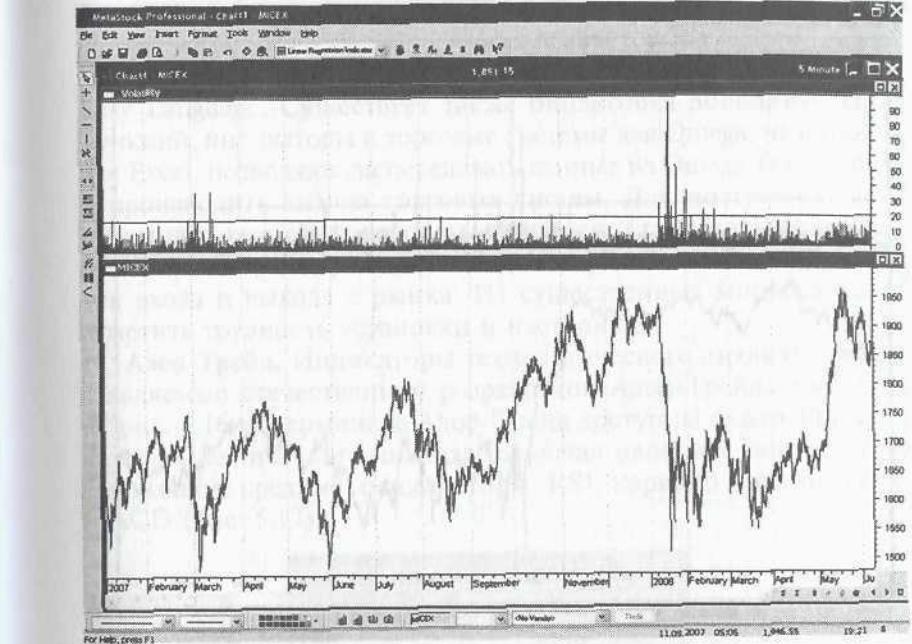


Рис. 5.14. Индикатор волатильности индекса ММВБ:
за период 9.01.07 - 5.06.08

варя было зафиксировано аномально высокое значение индикатора: разница между максимальным и минимальным значением индекса за пять минут торгов составила 96.29 пунктов. Панику на мировых фондовых рынках вызвало выступление в конгрессе президента США Джорджа Буша, предложившего стимулировать налоговыми льготами американскую экономику, пострадавшую от ипотечного кризиса и связанных с ним волнений на финансовых рынках в августе прошлого года. Буш фактически признал угрозу рецессии американской экономики, после чего распродажа акций на фондовых рынках 21 января стала еще более мощной, чем в разгар ипотечного кризиса.

В первые пять минут после открытия торгов 16 января, т.е. в день начала падения, значение индикатора волатильности вышло за рамки некой средней величины и составило 30.22, что сигнализировало об изменении характера торгов и необходимости закрытия позиций. Выход с рынка после формирования данного сигнала позволил бы избежать значительных убытков. Сни-

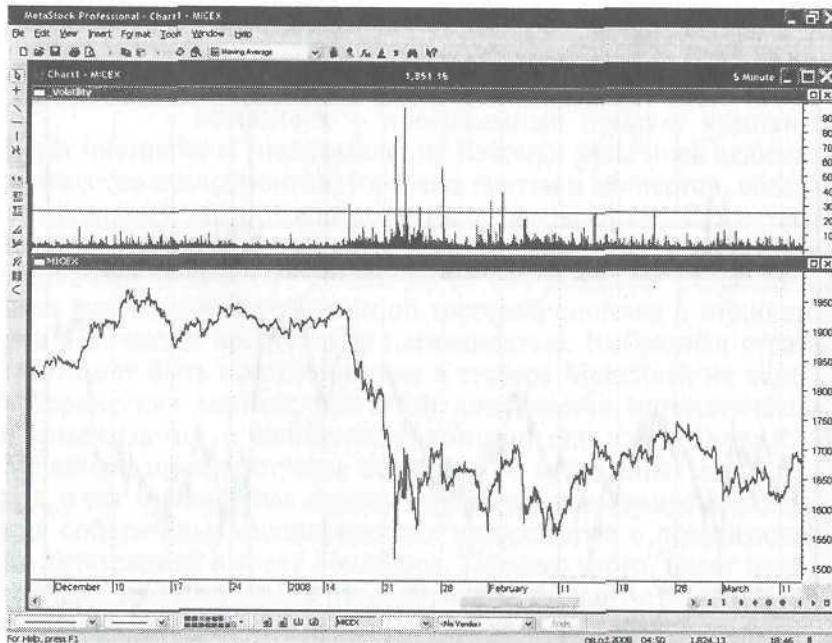


Рис. 5.15. Падение российского фондового рынка, январь 2008 г.

жение индекса к этому моменту составило 1,45%, всего же за пять торговых дней индекс ММВБ потерял 21%.

Таким образом, системы поддержки принятия решений трейлером позволяют выявить крайне пессимистические настроения участников торгов и минимизировать возможные потери.

Omega Research Prosuite - альтернатива MetaStock. Данный пакет имеет встроенный язык программирования Easy Language, который подходит для реализации торговой стратегии практически любой сложности. Он позволяет описывать переменные, константы, задавать многомерные массивы, использовать циклы, переходы по ссылке, сравнения и условия, работать с датами и временем. Преимущество этого языка состоит в наличии встроенной реализации методов управления капиталом.

В состав пакета Omega Research Prosuite входят: Omega TradeStation — собственно программа для технического анализа, Radar Screen — программа для одновременного анализа множества инструментов, Option Station — программа для работы с опционами. Имеются два вспомогательных компонента: Global

Server, отвечающий за поступление, хранение и экспорт данных в TradeStation, PowerEditor — удобный текстовый редактор, предназначенный для написания индикаторов и функций на языке Easy Language. Существует также библиотека дополнительных функций, индикаторы и торговые системы для Omega, надстройка для Excel, позволяющая передавать данные из Omega TradeStation и производить анализ торговых систем. Для построения собственных торговых систем в состав TradeStation входит SystemBuilder, содержащий более 100 условий или «сигналов» для входа и выхода с рынка. Из существенных минусов стоит отметить трудность установки и настройки.

Алор-Трейд. Индикаторы технологического анализа, предоставляемые отечественной разработкой Алор-Трейд, показаны на рис. 5.16. В терминале Алор-Трейд доступны около 40 индикаторов технического анализа, включая наиболее популярные: скользящие средние, осцилляторы, RSI, коридор Боллинджера, MACD (рис. 5.17).

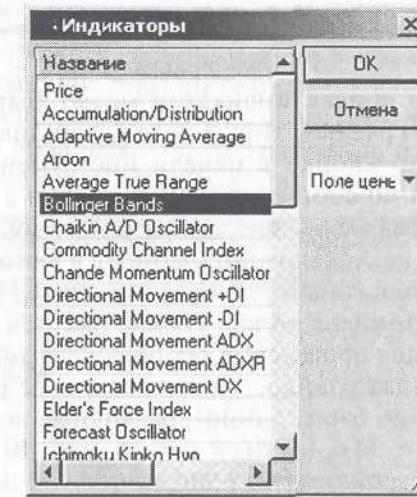


Рис. 5.16. Окно выбора индикаторов в Алор-Трейд

В одном поле графика индикатора можно построить до 26 индикаторов (в том числе, индикаторов одного типа с различными параметрами). Для каждого индикатора можно устанавливать индивидуальные параметры; также в терминале Алор-Трейд реализован экспорт котировок.

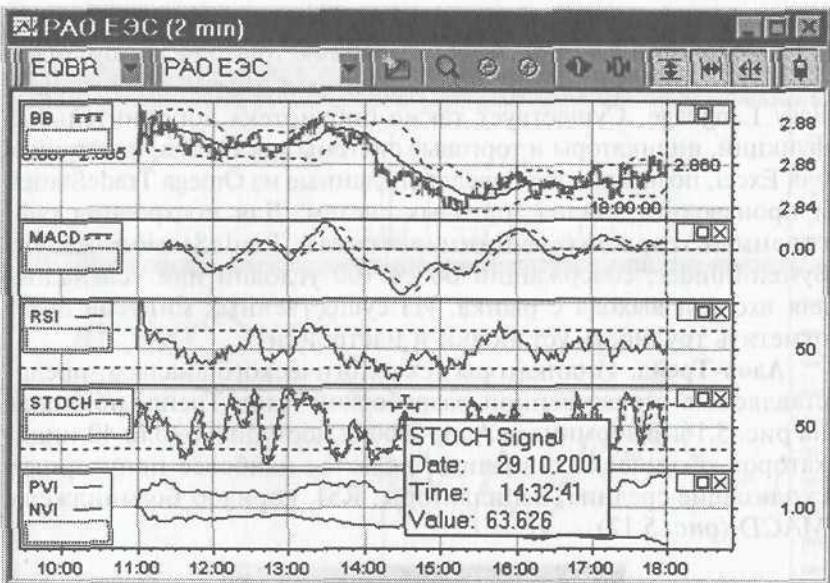


Рис. 5.17. Поля индикаторов

Выбранный из списка индикатор может быть построен в любом поле окна «График». Новое поле для индикаторов добавляется щелчком по кнопке в панели инструментов «График» главного окна или по соответствующей кнопке в панели инструментов окна «График», а также в контекстном меню любого поля. Построение нескольких индикаторов в одном окне позволяет провести комплексный технический анализ рынка.

В торговом терминале «Алор-Трейд» имеется мощный графический модуль для проведения технического анализа он-лайн (рис. 5.18.). Пользователю доступно построение различных типов графиков (свечи, бары, линии), различные периоды сжатия внутри дня (5 с, 10 с, 30 с, 1 мин., 2 мин., 5 мин., 10 мин., 15 мин., 30 мин., 1 ч). Настройки графиков многофункциональны, что позволяет легко создавать наглядные графики, это и автоматическое масштабирование, автоскроллинг, наложение мелкой и крупной сетки, цветной градиент, изменяющийся в зависимости от динамики инструмента, установка вертикальных и горизонтальных линий, линии тренда и многое другое. Наряду с графиком в том же окне можно включить таблицу текущих торговых данных по инструменту. Графический модуль в программе Алор-

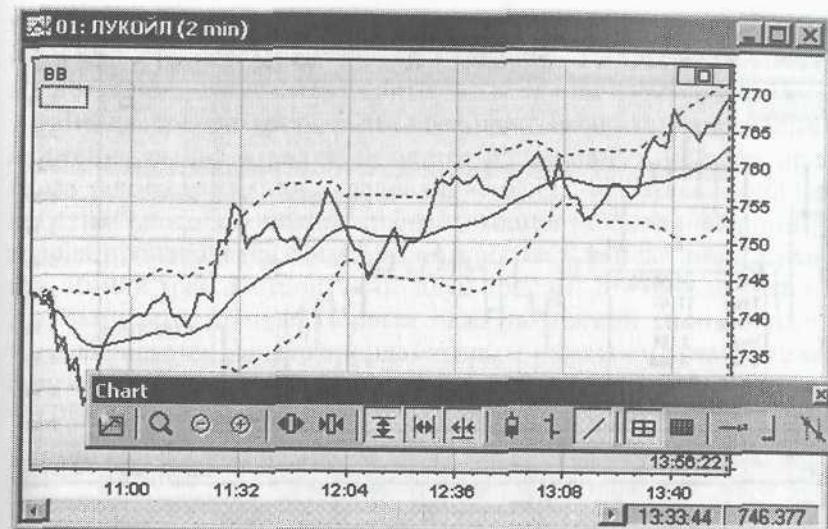
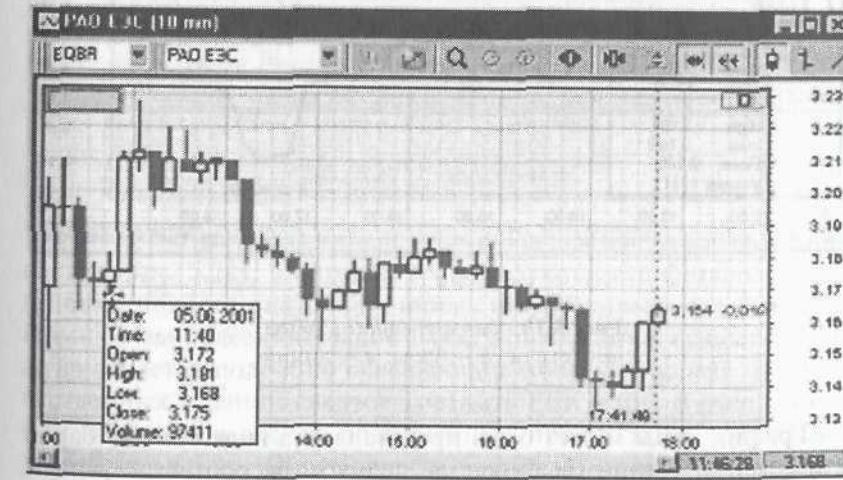
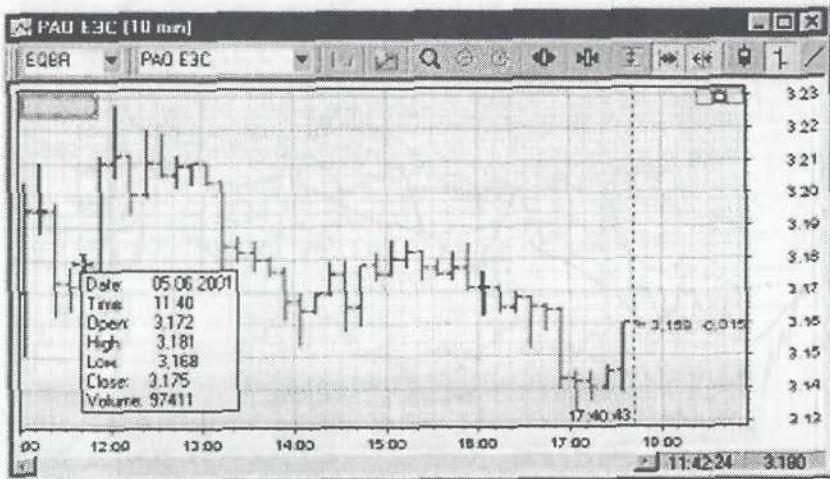


Рис. 5.18. Графики

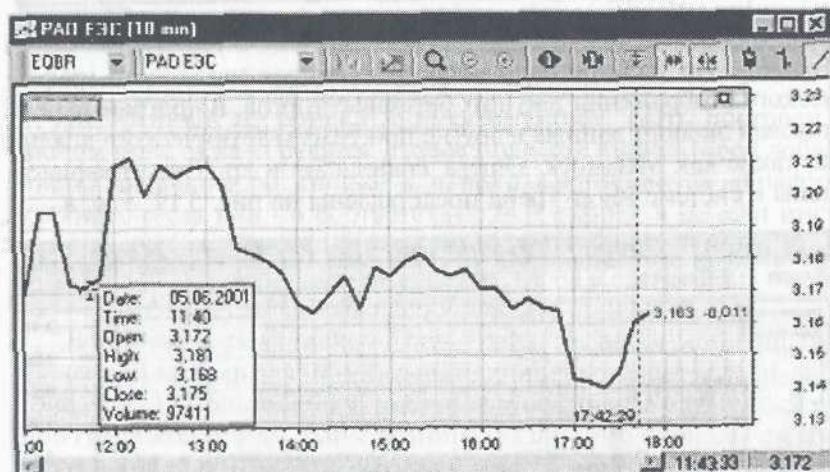
Трейд - это удобное подручное средство для наглядного графического отображения текущих биржевых торгов. В программе реализован экспорт данных в другие программы технического анализа, такие как Metastock, Omega Tradestation и др. Типы графиков цены в системе Алор-Трейд представлены на рис. 5.19, а, б, в.



а



б



в

Рис. 5.19. Типы 1рафиков цены;
а — свечи; б — бары; в — линия

График цены может быть представлен в виде свечей, баров или ломаной линии (выбирается щелчком по соответствующей кнопке или на панели инструментов «График» главного окна

или по аналогичным кнопкам рабочего окна графика). Изменить тип отображения графика цены или сделать его невидимым можно в свойствах графика.

Линия тренда (рис. 5.20) позволяет выявить направление движения рынка и является одним из основных методов прогноза такого движения. Следование тренду считается наиболее простым способом поддерживать доходность. Установка линии тренда производится щелчком по кнопке в панели инструментов. Линия тренда строится по двум точкам: 1 — начало тренда, 2 — окончание тренда. Первым нажатием левой кнопки мыши устанавливается начало тренда, вторым нажатием устанавливается окончание тренда и строится сама линия тренда.

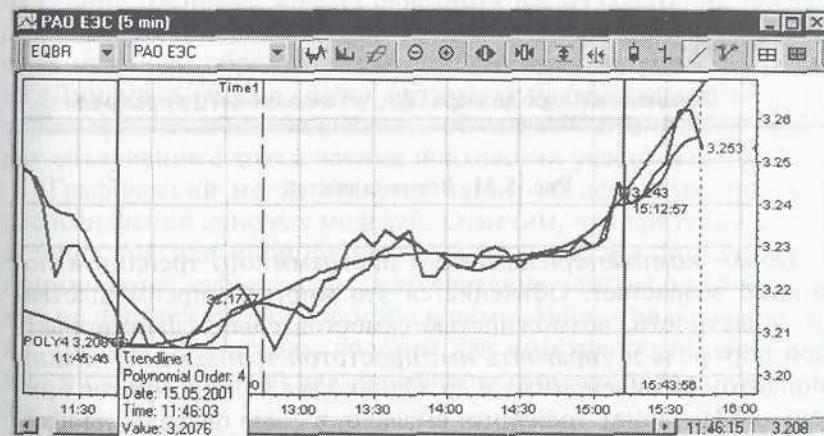


Рис. 5.20. Линия тренда

Пользователям терминала «Алор-Трейд» доступна лента новостей (рис. 5.21), в которой транслируются все финансовые и деловые новости дня от различных информационных агентств. Помимо наиболее популярной Wall Street Journal существуют и другие газеты, подробно освещющие **новости** бизнеса. Из отечественных изданий следует выделить РБК-daily. В распоряжении трейдера имеются программные продукты, облегчающие разработку и дальнейшее сопровождение компьютерных стратегий на базе инструментария технического анализа.

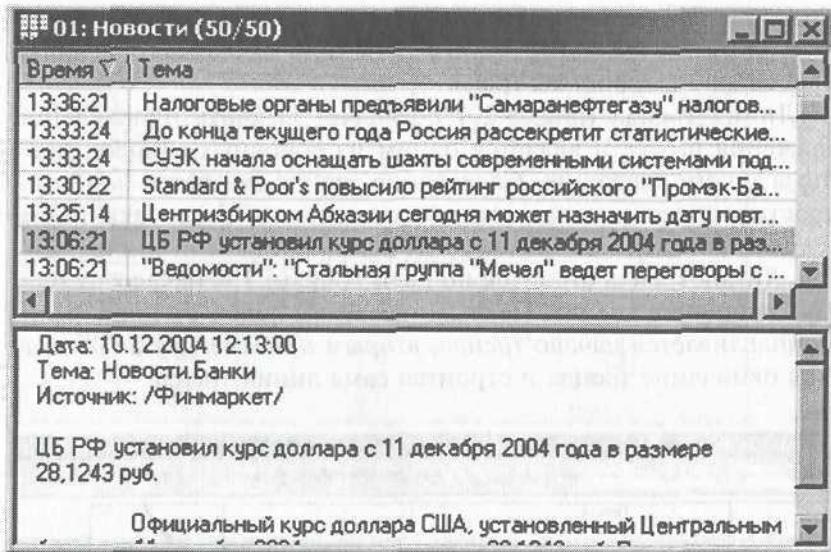


Рис. 5.21. Лента НОВОСТЕЙ

Объем компьютеризированного программного трейдинга постоянно возрастает. Объясняется это многими преимуществами, в частности, возможностью самостоятельно сформировать свой портфель и управлять им, простотой транзакций, низким процентом комиссионных и др. Однако все более широкое применение Интернет-трейдинга вызвало, в свою очередь, необходимость создания дополнительных механизмов контроля за ведением сделок.

6 ГЛАВА

Информационные системы автоматизации технического анализа

6.1.

Системы автоматического распознавания ценовых моделей

Финансовые рынки обладают свойством создавать модели, которые нередко предвещают дальнейшее направление движения. Ценовые модели формируются из сочетаний последовательных пиков и впадин, при этом у каждой фигуры есть свой механизм образования и определенная графическая форма. Динамика объема сделок выступает подтверждающим фактором существования определенной модели. Все модели находят объяснение с точки зрения психологии участников рынка.

Графический метод является одним из основных приемов распознавания ценовых моделей. Отметим, что критерии определения той или иной фигуры расплывчаты, все сигналы воспринимаются субъективно, классические методы хаотичны, в них не прослеживается строгой системы. Несмотря на недостатки, графические методы полезны для практического применения и служат основой для проведения серьезного технического анализа.

Распознавание графических моделей и их анализ - трудоемкое занятие, отнимающее много времени у трейдера. Даже самый опытный инвестиционный аналитик, имеющий в своем распоряжении лучшее программное обеспечение, может отслеживать от 50 до 75 ценных бумаг в день. Это слишком мало, если учитывать масштабы мировых фондовых рынков.

Не обладая полной информацией о ценовых моделях, технический аналитик будет продолжать упускать многочисленные торговые возможности. Инвесторам необходим быстрый, простой и своевременный доступ к информации о сформировавшихся графических моделях по большому количеству финансовых инструментов с целью повышения эффективности торговли. В последнее время все большее распространение получают

программы автоматического распознавания паттернов — CPR (Chart Pattern Recognition).

Система Recognia. Мощную систему распознавания чарт-паттернов предоставляет в распоряжение трейдера канадская компания «Recognia Inc.». Разработанная технология позволяет проводить анализ нескольких рынков ценных бумаг. Специалист должен лишь задать параметры поиска (по финансовому инструменту, по определенной ценовой модели и др.)- Программа «сканирует» графики и выявляет инструменты, с которыми проводить финансовые операции в данный момент рациональнее всего. Канадская компания «Recognia Inc.» обеспечивает **он-лайн**-новых брокеров, управляющих инвестиционными фондами и поставщиков финансовой информации сервисом, позволяющим автоматически **выявлять** события и паттерны, используя запатентованную технологию.

С помощью Recognia Service инвестор имеет возможность:

- оценить перспективы по конкретному финансовому инструменту путем просмотра недавних событий технического анализа (technical events);
- найти новые возможности для открытия позиций путем обзора ценных бумаг, для которых система Recognia обнаружила определенную ценовую фигуру;
- определить, является ли выявленное событие значимым для него, изучив его характеристики и просмотрев график;
- установить алерты по конкретным бумагам или торговым площадкам (предусмотреть формирование предупреждающих сигналов в случае обнаружения на графиках выбранных ценных бумаг);
- узнать больше о техническом анализе из представленного учебного материала.

Можно выделить четыре этапа в работе Recognia Service (рис. 6.1).

1) данные по открыто торгуемым финансовым инструментам, включая акции, облигации, товары, валюту и индексы, автоматически поступают в Recognia после закрытия торгов. В настоящий момент Recognia анализирует более 20 000 ценных бумаг каждый день, торгемых на североамериканских биржах, и планирует включить сотни финансовых инструментов с других мировых площадок;

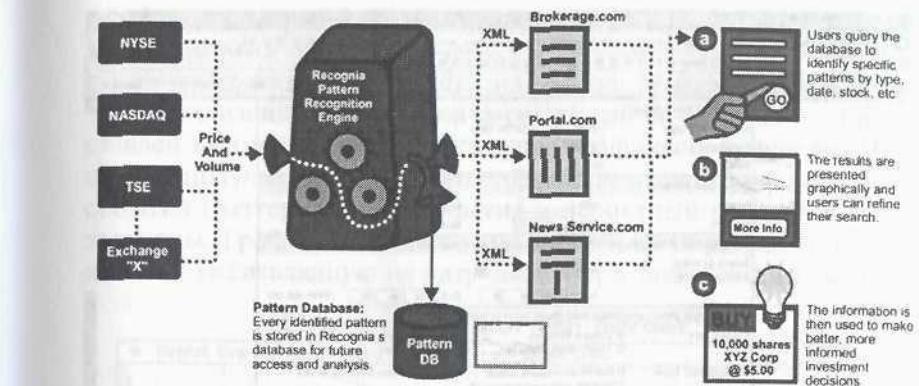


Рис. 6.1. Схема работы Recognia Service

2) используя запатентованные алгоритмы распознавания паттернов и нейросетевые технологии, Recognia регулярно анализирует ценовые данные по этим финансовым инструментам, автоматически обнаруживая текущие и исторические ценовые модели на графиках. В разработке данной технологии участвовали эксперты в области технического анализа;

3) результаты проведенного анализа поступают клиентам компаний, которые создают на своих сайтах соответствующие разделы;

4) инвесторы, брокеры и управляющие портфелями используют паттерны (модели) для обнаружения новых торговых возможностей и для подтверждения сигналов, полученных другими способами. Клиенты могут предоставлять информацию о выявленных ценовых паттернах бесплатно или организовывать платный сервис. Конечные пользователи формируют запрос на выявление паттернов по любым доступным параметрам (название бумаги, биржа, сектор, вид паттерна и др.).

На сайте <https://example.recognia.com/demo> представлена демонстрационная версия Recognia On-Line Broker Product, которая обеспечивает доступ ко всем функциональным возможностям, но при ограниченном наборе финансовых инструментов и поступлении ценовой информации с задержками.

Recognia On-Line Broker Product обеспечивает инвесторов следующими инструментами:

- Technical Event Stock Scanner (рис. 6.2.) составляет список финансовых инструментов, которые отвечают введенным пользо-

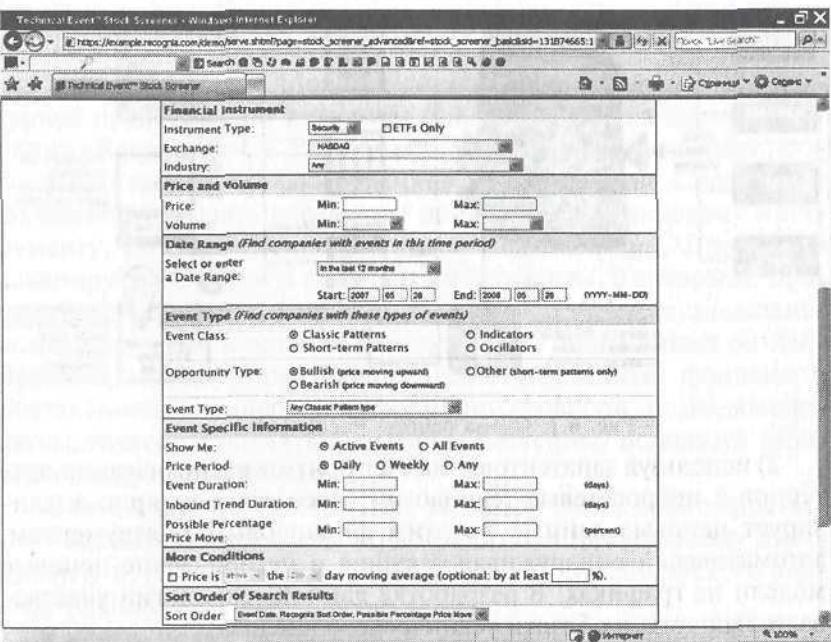


Рис. 6.2. Technical Event Stock Screener: задание параметров поиска

вателем критериям. Инвестору необходимо задать параметры поиска, характеризующие искомое событие технического анализа: тип, дату, продолжительность, «медвежий» или «бычий» сигналы и т.д. Пользователь также может ввести и другие критерии поиска: биржу, отрасль, тип инструмента, объемы торгов и уровень цен. Например, необходимо найти акции нефтегазового сектора, которые недавно продемонстрировали ценовую модель разворота — «двойное дно». По таким бумагам ожидается движение цены вверх;

- Technical Event Lookup. Данная функция позволяет получать список всех недавних событий технического анализа для конкретной бумаги или индекса. Все события для выбранной бумаги группируются на четыре различных класса:

- а) классические паттерны (Classic Pattern) — традиционные графические модели, например, «двойная вершина» или «голова и плечи»;

- б) краткосрочные паттерны (Short-term Pattern) или свечные модели;

в) индикаторы (Indicator) — события, основанные на скользящих средних;

г) осцилляторы (Oscillator), например, MACD или RSI.

Визуализация результатов распознавания. На рис. 6.3 представлен пример выявления Recognia графической модели. Инвестор получает следующую информацию: краткое описание события (паттерна), дату события и вероятный целевой диапазон иены. График включает линии, которые образуют паттерн, иконку, указывающую на дату события, а также линии тренда.



Рис. 6.3. Recognia: графическое представление результата

Chart Pattern Recognition for MetaStock (CPR) — дополнительная программа-эксперт для MetaStock, которая позволяет автоматически распознавать шесть классических трендовых моделей разворота («голова и плечи» на вершине и в основании, «тройная вершина», «тройное основание», «двойная вершина» и «Двойное основание») и три трендовые модели продолжения

(«симметричный треугольник», «восходящий треугольник» и «нисходящий треугольник»). Эти графические модели являются наиболее надежными.

Когда программа выявляет паттерн, блок Expert Commentary, отвечающий за выдачу рекомендаций трейдеру при обнаружении паттернов на графике, информирует, где лучше разместить защитные стоп-приказы и какова ожидаемая цена актива. Программа отмечает выявленную неновую модель на графике, генерирует сигналы для входа и выхода из позиции. CPR позволяет быстро сканировать множество графиков в поисках ценовых паттернов.

1. Распознавание модели «голова и плечи». Основные правила для данной модели:

- 1) предшествующий восходящий тренд: три и более последовательных пика;
- 2) левое плечо следует после коррекционного снижения;
- 3) подъем до нового уровня выше левого плеча;
- 4) снижение иены до уровня предыдущего минимума;
- 5) третий подъем не достигает верхней точки средней вершины;
- 6) закрытие ниже линии шеи.

Как только цена опускается ниже уровня «шеи», программа CPR выдает сигнал на вход в короткую позицию на открытии следующей торговой сессии. Минимальная целевая цена определяется путем откладывания вниз от точки прорыва линии «шеи» расстояния от верхней точки «головы» до уровня следующей впадины. Максимальная целевая цена — минимальная цена первого бара предшествующего модели восходящего тренда. Информация о целевых ценах отражается в Expert Commentary.

Если минимальная целевая цена не достигается в течение определенного периода времени или цена поднимается выше линии «шеи», то модель отменяется. Максимальный временной период для достижения минимальной целевой цены эквивалентен расстоянию от левого «плеча» до правого.

2. Распознавание модели «тройная вершина». Основные правила для данной модели:

- ^предшествующий восходящий тренд: три и более последовательных пика;
- 2) левая вершина следует после коррекционного снижения;
 - 3) новый подъем до уровня левой вершины;

- 4) снижение цены до уровня предыдущего минимума;
- 5) третий подъем достигает уровня предыдущих двух вершин;
- 6) закрытие ниже линии поддержки.

Как только цена опускается ниже уровня поддержки, CPR выдает сигнал на вход в короткую позицию на открытии следующей торговой сессии. Минимальная целевая цена определяется путем откладывания средней высоты трех вершин до линии поддержки вниз от точки прорыва. Максимальная целевая цена — минимальная цена первого бара предшествующего модели восходящего тренда.

Если минимальная целевая цена не достигается в течение определенного периода времени или цена поднимается выше линии поддержки, то модель отменяется. Максимальный временной период для достижения минимальной целевой цены эквивалентен расстоянию от левой вершины до правой.

3. Распознавание модели «двойная вершина». Основные правила для данной модели:

- 1) предшествующий восходящий тренд: два и более последовательных пика;
- 2) левая вершина следует после коррекционного снижения;
- 3) новый подъем до уровня левой вершины;
- 4) закрытие ниже уровня предыдущей впадины.

Как только цена опускается ниже уровня поддержки, CPR выдает сигнал на вход в короткую позицию на открытии следующей торговой сессии. Минимальная целевая цена определяется путем откладывания высоты первой вершины до линии поддержки вниз от точки прорыва. Максимальная целевая цена — минимальная цена первого бара предшествующего модели восходящего тренда.

Если минимальная целевая цена не достигается в течение определенного периода времени или цена поднимается выше линии поддержки, то модель отменяется. Максимальный временной период для достижения минимальной целевой цены эквивалентен расстоянию от левой вершины до правой.

4. Распознавание модели «восходящий треугольник». Основные правила для данной модели:

- 1) предшествующий восходящий тренд: два и более последовательных пика;
- 2) левая вершина следует после коррекционного снижения;
- 3) новый подъем до уровня левой вершины;

- 4) коррекция формирует вторую впадину выше предыдущей;
- 5) подъем выше предыдущего пика — точка прорыва.

Линии тренда, проведенные вдоль пиков и впадин треугольника, сходятся. Пройдя по горизонтали 2/3 или 3/4 длины треугольника, цена обычно прорывает его в направлении предшествующей тенденции. Если прорыва не происходит до преодоления расстояния в 75% от длины треугольника, то модель отменяется.

Как только цена поднимается выше уровня сопротивления, CPR выдает сигнал на покупку при открытии следующей торговой сессии. Минимальный временной период для достижения целевой цены эквивалентен расстоянию от первой вершины/впадины до второй вершины/впадины. Целевая цена определяется путем откладывания вверх от точки прорыва полдлины основания треугольника.

5. Распознавание модели «нисходящий треугольник». Основные правила для данной модели:

^предшествующий нисходящий тренд: две и более последовательные впадины;

- 2) левая впадина следует после коррекционного подъема;
- 3) новое снижение до уровня левой впадины;
- 4) подъем формирует вторую вершину ниже предыдущей;
- 5) падение ниже уровня предыдущей впадины — точка прорыва.

Как только цена опускается ниже уровня поддержки, CPR выдает сигнал на вход в короткую позицию на открытии следующей торговой сессии (рис. 6.4). Если прорыва не происходит до преодоления расстояния в 75% от длины треугольника, то модель отменяется. Минимальный временной период для достижения целевой цены эквивалентен расстоянию от первой вершины/впадины до второй вершины/впадины. Целевая цена определяется путем откладывания вниз от точки прорыва полдлины основания треугольника.

6. Распознавание модели «симметричный треугольник». Основные правила для данной модели:

1) предшествующий восходящий или нисходящий тренд: два и более последовательных пика;

2) левая вершина (впадина) следует после коррекционного снижения (подъема);

3) подъем (снижение) ниже (выше) уровня предыдущей вершины (впадины);

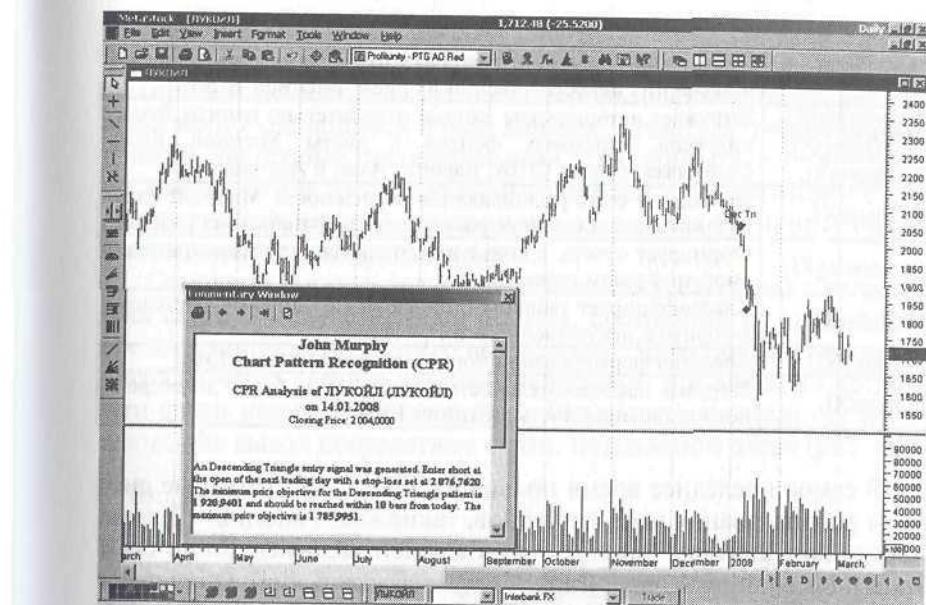


Рис. 6.4. CPR: ценовая модель «нисходящий треугольник»

- 4) снижение (подъем) формирует вторую впадину (вершину) выше (ниже) предыдущей;

- 5) прорыв линии тренда.

Как только цена поднимается выше уровня сопротивления, CPR выдает сигнал на покупку на открытии следующей торговой сессии. Если цена опускается ниже уровня поддержки, CPR выдает сигнал на вход в короткую позицию на открытии следующей торговой сессии. Если прорыва не происходит до преодоления расстояния в 75% от длины треугольника, то модель отменяется. Минимальный временной период для достижения Целевой цены эквивалентен расстоянию от первой вершины/впадины до второй вершины/впадины. Целевая цена определяется путем откладывания от точки прорыва полдлины основания треугольника.

В CPR имеются средства анализа и классификации данных в виде дополнительного программного обеспечения к пакету Excel: AnalyzerXL, DownloaderXL, RTQuotesXL, PredictorXL, BulkQuotesXL, ClassifierXL, PortfolioXL, OptionsXL, их возможности представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

AnalyzerXL	Строит 146 функций технического анализа, индикаторов и экспертиз непосредственно на листе Microsoft Excel
DownloaderXL	Загружает исторические данные относительно ценных бумаг, индексов, страховых фондов в листы Microsoft Excel.
BulkQuotesXL	Охватывает рынки США, Европы, Азии и Австралии
RTQuotesXL	
PredictorXI-	Нейронная есть, расширяющая возможности Microsoft Excel и позволяющая <u>прогнозировать данные финансовых рынков</u>
BacktestingXL	Формирует отчеты в конце дня, подводящие итоги применяемой трейдером стратегии
ClassifierXL	Классифицирует таблицы с цифровыми данными, используя алгоритмы искусственного интеллекта
PortfolioXL	Средство формирования портфелей для Microsoft Excel
OptionsXL	Загрузка последопательностей опционов и бумаг долгосрочного погашения листы Microsoft Excel

В самое последнее время появились новые программные системы распознавания чарт-паттернов, такие как: Pattern z — Pattern Recognition Software (<http://www.thepatternsite.com>); Ramp-chart Pattern Recognition Scanner (<http://www.newadawn.com>); Omni trader chart pattern Recognition Module 2 (<http://www.omnitrader.com>); IBFX - PRS - Pattern Recognition System (<http://www.ibfx.com>)

6.2. Применение нейронных сетей для объективного автоматического формирования чарт-паттернов

В техническом анализе нейросетевые технологии используются в качестве дополнительного инструмента анализа временных рядов. Одним из наиболее распространенных видов интеллектуальной деятельности является распознавание образов, в процессе которого происходит решение задачи классификации при помощи ряда методов, позволяющих автоматизировать данный процесс.

Задача классификации и прогнозирования краткосрочных и долгосрочных тенденций финансовых рынков состоит в анализе некоторого набора критериев с последующим выводом о дальнейшем краткосрочном или долгосрочном поведении прогнозируемой величины. Решение задачи прогнозирования краткосрочных тенденций финансовых рынков начинается со следующего:

- сбор и хранение данных;
- определение для рассматриваемого тренда набора критериев (причем не всегда могут быть использованы данные, непосредственно хранящиеся в базе данных, зачастую требуется произвести некоторые преобразования этих данных);
- вычисление интересующей величины в соответствии с определенной функцией, значениями критериев на прогнозируемый момент и видом прогноза.

Основной вычислительный элемент искусственных нейронных сетей - искусственный нейрон, состоящий из ядра, непосредственно производящего вычисления. Ядро получает входные сигналы через связи с другими нейронами и с внешней средой. Эти связи называются *синапсами*. Результаты вычисления передаются на выход посредством связи, называемой *аксон* (рис. 6.5).

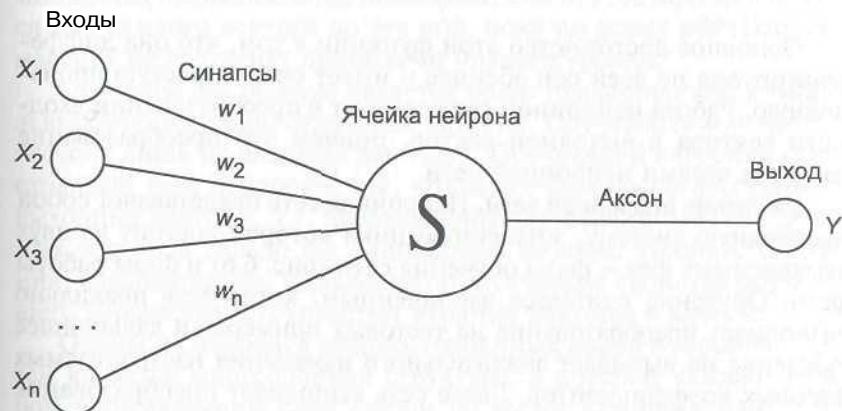


Рис. 6.5. Схема нейрона

Каждый синапс имеет вес, который определяет, насколько соответствующий вход нейрона влияет на его состояние. Состояние нейрона определяется по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^n x_i w_i,$$

где \$n\$ — число входов нейрона;

\$x_i\$ — значение \$i\$-го входа нейрона;

\$w_i\$ — вес \$i\$-го синапса.

Значение выхода аксона нейрона определяется по формуле:

$$Y = f(S),$$

где $f(S)$ – активационная функция.

Активационная функция может быть обычной линейной функцией, пороговой функцией или же функцией, более точно моделирующей нелинейную передаточную характеристику биологического нейрона. Наиболее часто в качестве активационной функции используется сигмоидальная (я-образная) функция, которая имеет следующий вид:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}.$$

Основное достоинство этой функции в том, что она дифференцируема на всей оси абсцисс и имеет очень простую производную. Работа нейронной сети состоит в преобразовании входного вектора в выходной вектор, причем это преобразование задается весами нейронной сети.

Обучение нейронной сети. Нейронная сеть представляет собой адаптивную систему, жизненный цикл которой состоит из двух независимых фаз - фазы обучения сети (рис. 6.6) и фазы работы сети. Обучение считается законченным, когда сеть правильно выполняет преобразование на тестовых примерах и дальнейшее обучение не вызывает значительного изменения настраиваемых весовых коэффициентов. Далее сеть выполняет преобразование ранее неизвестных ей данных на основе сформированной ею в процессе **обучения** нелинейной модели процесса. Сеть успешно работает до тех пор, пока существенно не изменится реальная модель отображаемого явления.

Все алгоритмы обучения нейронных сетей можно разделить на два больших класса: **с учителем** и **без учителя**.

Обучение **с учителем** предполагает, что для каждого входного вектора существует целевой вектор, представляющий собой требуемый выход. Предъявляется выходной вектор, вычисляется выход нейросети и сравнивается с соответствующим целевым вектором. Разность (ошибка) с помощью обратной связи подается в сеть, и веса изменяются в соответствии с алгоритмом, стремящимся минимизировать ошибку. Векторы обучающего

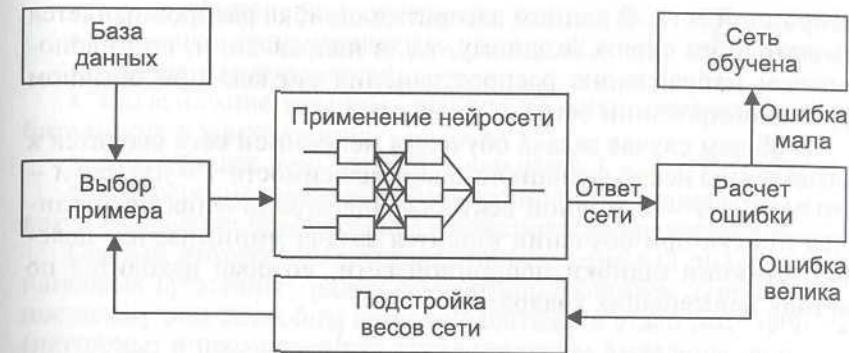


Рис. 6.6. Процесс обучения сети

множества предъявляются последовательно, веса подстраиваются для каждого вектора до тех пор, пока по всему обучающему множеству не достигнет приемлемо низкого уровня.

Обучение **без учителя** является более правдоподобной моделью обучения в биологической системе. Обучающее множество состоит лишь из входных векторов. Обучающий алгоритм подстраивает веса нейросети так, чтобы получались согласованные выходные векторы, т.е. предъявление достаточно близких входных векторов давало бы одинаковые выходы. Процесс обучения, следовательно, выделяет статистические свойства обучающего множества и группирует входные векторы в классы.

Одним из наиболее распространенных видов нейронных сетей является многослойная структура, в которой каждый нейрон произвольного слоя связан со всеми аксонами нейронов предыдущего слоя или со всеми входами сети. Такие нейронные сети называются **полносвязанными**. Многослойные сети могут привести к увеличению вычислительной мощности по сравнению с однослойной сетью лишь в том случае, если активационная функция между слоями будет нелинейной.

Для многих архитектур разработаны специальные алгоритмы обучения, которые позволяют настроить веса нейронной сети определенным образом. Наиболее популярный из них – **алгоритм обратного распространения ошибки** (Error Back Propagation). Используемый, например, для обучения многослойного персептрона. Алгоритм представляет собой набор формул, позволяющий по вектору ошибки вычислить требуемые поправки **для** весов

нейронной сети. В данном алгоритме ошибка распространяется от выходного слоя к входному, т.е. в направлении, противоположном направлению распространения сигнала при обычном функционировании сети.

В общем случае задача обучения нейронной сети сводится к нахождению некой функциональной зависимости $Y=J(x)$, где X – входной, а Y – выходной векторы. Для ограничения пространства поиска при обучении ставится задача минимизации целевой функции ошибки нейронной сети, которая находится по методу наименьших квадратов:

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (y_i - d_i)^2,$$

где p – число нейронов в выходном слое;

y_i – значение i -го выхода нейросети;

d_i – целевое значение i -го выхода.

Вся информация о задаче в нейронной сети содержится в наборе примеров; поэтому качество обучения нейронной сети напрямую зависит от количества примеров в обучающей выборке, а также от того, насколько полно эти примеры описывают данную задачу. Искусственные нейронные сети обучаются на основе опыта, обобщают предыдущие прецеденты и извлекают существенные свойства из поступающей информации, содержащей излишние данные.

Нейронные сети приспособлены к решению широкого круга задач, так или иначе связанных с обработкой образов. Они успешно применяются в задачах прогнозирования, классификации, кластеризации и поиска зависимостей. Одним из практических приложений нейронных сетей является прогнозирование изменений котировок. Например, многие компании применяют нейронную сеть, использующую РБФ (радиальные базисные функции) для предсказания знаков изменения индексов. Эти прогнозы используются в качестве дополнительных индикаторов.

Самоорганизующиеся карты Кохонена. Самоорганизующаяся карта (СОК) представляет собой особый тип искусственной нейронной сети, которая позволяет отображать многомерные данные на двумерную плоскость с сохранением расстояний в изначальном пространстве данных. Методы СОК применяются в менеджменте, экономике, финансах и маркетинге в следующих целях:

- анализ финансовой отчетности компаний;
- изучение перспективности инвестиций во взаимные фонды;
- оценка недвижимости;
- исследование товарных рынков на основе анализа потребительских предпочтений;
- сегментация покупателей и клиентов;
- долгосрочное прогнозирование динамики процентных ставок и выявление предпосылок к банкротству предприятий.

Особый интерес представляет применение для анализа финансовых временных рядов самоорганизующихся карт (СОК), поскольку они способны сами вырабатывать эталонные формы (паттерны) и после того как такие паттерны выделены, способны выделять и идентифицировать их в составе ценовых графиков временных рядов.

Сеть Кохонена распознает кластеры в многомерных обучающих данных и относит все данные к тем или иным кластерам, используя алгоритм проектирования с сохранением топологического подобия. При этом элементы выборки, находящиеся в относительной близости в исходном многомерном пространстве, оказываются рядом и в пространстве с более низкой размерностью.

Используется алгоритм обучения без учителя, т.е. результат обучения зависит только от структуры входных данных. Если после обучения сеть встретится с набором данных, не похожим ни на один из известных образцов, то она не сможет классифицировать такое наблюдение и тем самым выявить его новизну.

Сеть Кохонена имеет два слоя: входной и выходной (последний составлен из радиальных нейронов упорядоченной структуры). Выходной слой называют также *слоем топологической карты*. Нейроны выходного слоя располагаются в узлах двумерной сетки с прямоугольными или шестиугольными ячейками.

Каждый нейрон выходного слоя соединен со всеми нейронами входного слоя (рис. 6.7). Обозначим вектор весов w_i – го нейрона через \vec{w}_i . Для обучения сети используется алгоритм так называемого соревновательного обучения, при котором при любом значении входа активность всех нейронов, кроме нейрона-победителя, одинакова и равна 0. Такой режим функционирования сети называется «победитель забирает все». Нейрон-победитель (с индексом i^*) – свой для каждого входного вектора \vec{X} , поэтому победитель выбирается так, что его вектор весов \vec{w}_{i^*} , определенный в n -мерном пространстве входных данных, находится ближе к данному входному вектору, чем у всех остальных нейронов:

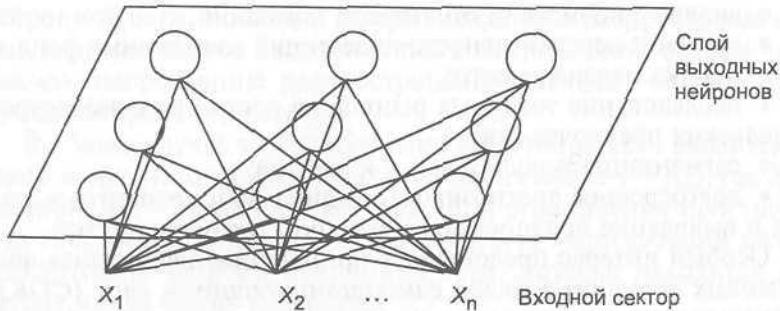


Рис. 6.7. Сеть Кохонена

$$|\vec{w}_i^* - \vec{X}| \leq |\vec{w}_i - \vec{X}|, \forall i \neq i^*,$$

где $|a| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_d^2}$ — евклидова норма d -мерного пространства.

Выход нейрона-победителя усиливается до 1, а остальных подавляется до 0.

Количество нейронов в соревновательном слое определяет максимальное разнообразие выходов и выбирается в соответствии с требуемой степенью детализации входной информации. Обученная сеть может затем классифицировать входы: нейрон-победитель определяет, к какому классу относится данный входной вектор.

В отличие от обучения с учителем, самообучение не предполагает априорного задания структуры классов. Входные векторы должны быть разбиты по категориям (кластерам), согласуясь с **внутренними** закономерностями самих данных. В этом и состоит задача обучения соревновательного слоя нейронов.

Согласно правилу Ойа,

$$\Delta \vec{w}_i^r = \eta Y_i^r (\vec{X}^r - \vec{w}_i^r),$$

где $\Delta \vec{w}_i^r$ — изменение веса i -го нейрона при предъявлении r -го примера;
 η — скорость обучения;
 \vec{X}^r — входной вектор;
 Y_i^r — отклик i -го нейрона на r -й пример.

Это основной алгоритм обучения соревновательного слоя. Корректируются лишь веса нейрона-победителя, так как он один имеет ненулевой (единичный) вектор. Таким образом, для победителя правило обучения принимает вид: $\Delta \vec{w}_i^r = \eta (\vec{X}^r - \vec{w}_i^r)$.

В 1982 г. Теуво Кохонен предложил ввести в базовое правило соревновательного обучения информацию о расположении нейронов в выходном слое. Для этого нейроны выходного слоя упорядочиваются, образуя одно- или двумерные решетки, т.е. положение нейронов в такой решетке маркируется двухкомпонентным векторным индексом i . Такое упорядочение естественным образом вводит расстояние между нейронами $|i - j|$ в слое. Модифицированное Кохоненом правило соревновательного обучения учитывает расстояние нейронов от нейрона-победителя:

$$\Delta \vec{w}_i^r = \eta \Lambda(|i - i^*|) (\vec{X}^r - \vec{w}_i^r).$$

Функция соседства $\Lambda(|i - i^*|)$ равна 1 для нейрона-победителя с индексом i^* и постепенно спадает с расстоянием, например, по закону:

$$\Lambda(a) = \exp(-a^2 / \sigma^2),$$

где σ — радиус обучения.

В процессе обучения темп m и радиус обучения нейронов о постепенно уменьшаются, так что на конечной стадии происходит возврат к базовому правилу адаптации весов только нейронов-победителей.

Обучение сети состоит из двух основных фаз: на первоначальном этапе выбирается довольно большое значение скорости и радиуса обучения, что позволяет расположить векторы нейронов в соответствии с распределением примеров в выборке, а затем производится точная подстройка весов, когда значения параметров скорости обучения становятся много меньше начальных.

Разумеется, при любой попытке свернуть информацию об объекте из m -мерного пространства в точку на плоскости могут

быть потеряны некоторые детали, однако такой прием полезен, так как он позволяет визуализировать данные, которые иным способом проанализировать невозможно.

6.3. Подготовка финансовых временных рядов для обработки сети Кохонена

При применении сети Кохонена для статистической обработки и прогнозирования данных об изменении цен активов на рынке ценных бумаг в качестве входных данных для прогнозирующей системы обычно используют последовательные значения цен закрытия за несколько дней, а на выходе системы получают значение цены закрытия на следующий день, т.е.:

$$\text{Close}[t-n], \text{Close}[t-n+1], \dots, \text{Close}[t-1], \text{Close}[t] \rightarrow \text{Close}[t+1].$$

Предположим, что известны цены закрытия за шесть дней, по ним нужно предсказать значение на седьмой день. Далее, по следующим шести значениям, в дни со второго по седьмой, предсказать значение цены закрытия на восьмой день, и т.д.

Если обозначить все известные к текущему моменту времени t члены ряда как $r(1), r(2), \dots, r(t-1), r(t)$, то задача предсказания ряда состоит в определении значений ряда $r(t+1), r(t+2), \dots$ в следующие моменты времени $t+1, t+2, \dots$. К настоящему моменту разработано большое число методов построения подобных прогнозов. Предпосылкой к созданию таких методов является гипотеза о том, что существует некий закон, по которому можно определить значение очередного члена ряда как функцию от нескольких предыдущих членов. Обычно фиксируют число n и предполагают, что только n предшествующих членов влияют на дальнейшее поведение ряда, а зависимостью от остальных пренебрегают, т.е.:

$$r(t+1) = f(r(t), r(t-1), \dots, r(t-n-1)).$$

При этом говорят об «окне» размером n , в пределах которого рассматривается ряд. В предыдущем примере размер окна был

выбран $n = 6$. Указанный закон должен выполняться для любого окна, «скользящего» внутри ряда, и если для изучаемого ряда удастся установить этот закон, мы сможем продолжить ряд на нужное число временных отсчетов.

Ясно, что чем больше окно, тем больше информации о ряде принимается во внимание. Однако при этом, во-первых, происходит усложнение системы; во-вторых, снижается чувствительность — система начинает давать очень «осредненные» прогнозы. Оптимальные результаты достигаются в случае выбора размера окна порядка фрактальной размерности данных. Для ее вычисления следует «нарезать» ряд скользящим окном достаточно большого размера (рис. 6.8 — 6.9).

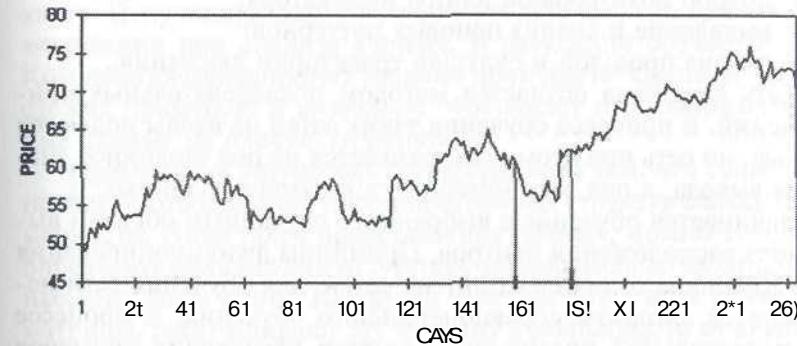


Рис. 6.8. Скользящее окно

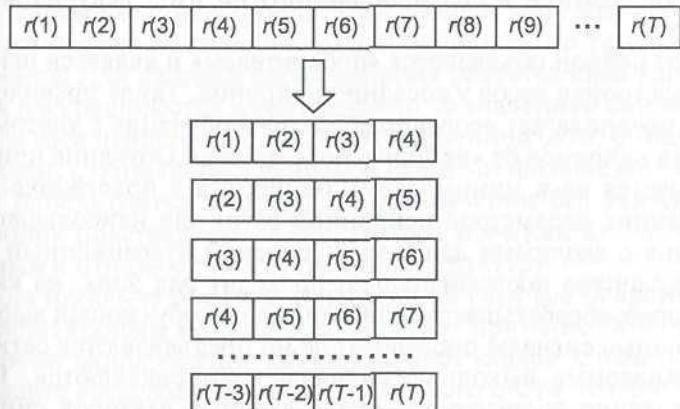


Рис. 6.9. Пример «нарезки» ряда окном размера $n = 4$.

Удобным инструментом визуализации данных является раскраска топографических карт. Каждый признак данных порождает свою раскраску ячеек карты - по величине среднего значения этого признака у данных, попавших в данную ячейку. Собрав воедино карты всех интересующих признаков, получим топографический атлас, дающий интегральное представление о структуре многомерных данных.

Карты Кохонена могут быть полезны техническому анализатору в решении следующих задач:

- определение похожих индикаторов;
- определение «лишних» индикаторов;
- определение зон покупки/продажи;
- подбор оптимальной длины индикатора;
- выявление и анализ ценовых паттернов;
- анализ прошлой и будущей траектории движения.

Сеть Кохонена обучается методом последовательных приближений. В процессе обучения таких сетей на входы подаются данные, но сеть при этом подстраивается не под эталонное значение выхода, а под закономерности во входных данных.

Начинается обучение с выбранного случайным образом выходного расположения центров. Принципы функционирования сети Кохонена отличны от других сетей, для обучения сети используется алгоритм соревновательного обучения. В процессе последовательной подачи на вход сети обучающих примеров определяется наиболее схожий нейрон (тот, у которого скалярное произведение весов и поданного на вход вектора максимально).

Этот нейрон объявляется «победителем» и является центром при подстройке весов у соседних нейронов. Такое правило обучения предполагает «соревновательное» обучение с учетом расстояния нейронов от «нейрона-победителя». Обучение при этом заключается не в минимизации ошибки, а в подстройке весов (внутренних параметров нейронной сети) для наибольшего совпадения с входными данными. Основной итерационный алгоритм Кохонена последовательно проходит ряд эпох, на каждой из которых обрабатывается один пример из обучающей выборки.

Входные сигналы последовательно предъявляются сети, при этом желаемые выходные сигналы не определяются. После предъявления достаточного числа входных векторов синаптические веса сети становятся способны определить кластеры. Веса

организуются так, что топологически близкие узлы чувствительны к похожим входным сигналам.

В результате работы алгоритма центр кластера устанавливается в определенной позиции, удовлетворительным образом кластеризующей примеры, для которых данный нейрон является «победителем». В результате обучения сети необходимо определить меру соседства нейронов, т.е. окрестность нейрона-победителя. Окрестность представляет собой несколько нейронов, которые окружают нейрон-победитель.

Сначала к окрестности принадлежит большое число нейронов, далее ее размер постепенно уменьшается. Сеть формирует топологическую структуру, в которой похожие примеры образуют группы примеров, близко находящиеся на топологической карте. Полученную карту можно использовать как средство визуализации при анализе данных. В результате обучения карта Кохонена классифицирует входные примеры на кластеры (группы схожих примеров) и визуально отображает многомерные входные данные на плоскости нейронов.

Применение двумерных сеток связано с тем, что существует проблема отображения пространственных структур большей размерности. Имея такое представление данных, можно визуально определить наличие или отсутствие взаимосвязи во входных данных. Нейроны карты Кохонена располагают в виде двумерной матрицы, раскрашивают эту матрицу в зависимости от анализируемых параметров нейронов.

Таким образом, карты Кохонена могут отображать:

- карты входов нейронов. При анализе карт Кохонена проводится оценка не только выходов нейронов, но также и весов нейронов. Для каждого входа нейрона рисуется своя карта, которая раскрашивается в соответствии со значением соответствующего веса нейрона. В отличие от нейронной сети, обучаемой с учителем, в которой веса нейронов не имеют физического смысла и не используются в анализе, при обучении без учителя веса нейронов подстраиваются под точные значения входных переменных и отражают их внутреннюю структуру.

Для идеально обученной нейронной сети вес нейрона равен соответствующему шей компоненте входного примера. Обычно анализируют одновременно несколько карт входов. Сначала на одной карте выделяют области одинакового цвета. В этой области группируются входные примеры, имеющие одинаковое значе-

ние соответствующего входа. Далее нейроны из этой области изучаются на других картах для цветового распределения;

• карта выходов нейронов. На карту выходов нейронов проецируется взаимное расположение исследуемых входных данных. Нейроны с одинаковыми значениями выходов образуют **кластеры** — замкнутые области на карте, которые включают нейроны с одинаковыми значениями выходов.

Специальные карты включают в себя карту кластеров, матрицу расстояний, матрицу плотности попадания и другие карты, которые характеризуют кластеры, полученные в результате обучения сети Кохонена. Между указанными видами карт существует взаимосвязь — все они являются разными раскрасками одних и тех же нейронов. Каждый пример из обучающей выборки имеет одно и то же расположение на всех картах.

При подготовке данных для обучения нейронной сети необходимо обращать внимание на следующие существенные моменты:

- количество наблюдений в наборе данных. Следует учитывать тот фактор, что чем больше размерность данных, тем больше времени потребуется для обучения сети;
- работа с выбросами. Следует определить наличие выбросов и оценить необходимость их присутствия в выборке;
- обучающая выборка должна быть представительной (репрезентативной);
- обучающая выборка не должна содержать противоречий, так как нейронная сеть однозначно сопоставляет выходные значения с входными;
- нейронная сеть работает только с числовыми входными данными, поэтому важным этапом при подготовке данных является преобразование и кодирование данных;
- при использовании на вход нейронной сети следует подавать значения из того диапазона, на котором она обучалась. Например, если при обучении нейронной сети на один из ее входов подавались значения от 0 до 10, то при ее применении на вход следует подавать значения из этого же диапазона или близлежащие.

Существует понятие *нормализации* данных, т.е. преобразование данных к виду, который наиболее подходит для обработки. Иными словами, данные, поступающие на вход, должны иметь числовой тип, а их значения должны быть распределены в опре-

деленном диапазоне. Нормализатор может приводить дискретные данные к набору уникальных индексов либо преобразовывать значения, лежащие в произвольном диапазоне, в конкретный диапазон, например, [0..1]. Нормализация выполняется путем деления каждой компоненты входного вектора на длину вектора, что превращает входной вектор в единичный.

6.4. Автоматизация технического анализа с применением самоорганизующихся карт

Применяя нейронную сеть для распознавания **паттернов** в финансовых временных рядах, в качестве входных данных системы используем последовательные значения цен закрытия за Л'дней, а на выходе получаем разбиение входных данных на классы, число которых заранее определено.

Исходный временной ряд разбивается на окна, «скользящие» внутри ряда (рис. 6.10). При этом говорят об окне размером N , в пределах которого рассматривается ряд. В работе размер окна был выбран $N = 14$.

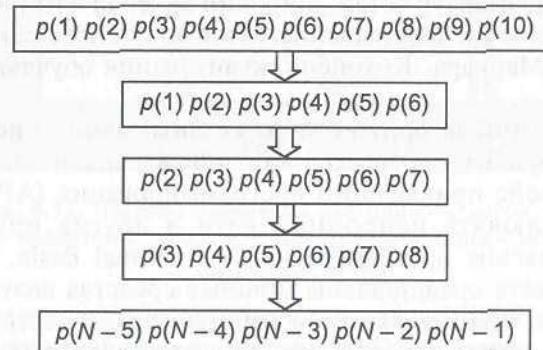


Рис. 6.10. Пример разбиения ряда методом скользящего окна размером $N = 6$

В качестве примера используем цепы закрытия по обычным акциям РАО ЕЭС на ММВБ за период с 22.05.2006 по 20.05.2008 (рис. 6.11, около 500 значений). В Excel вычислим

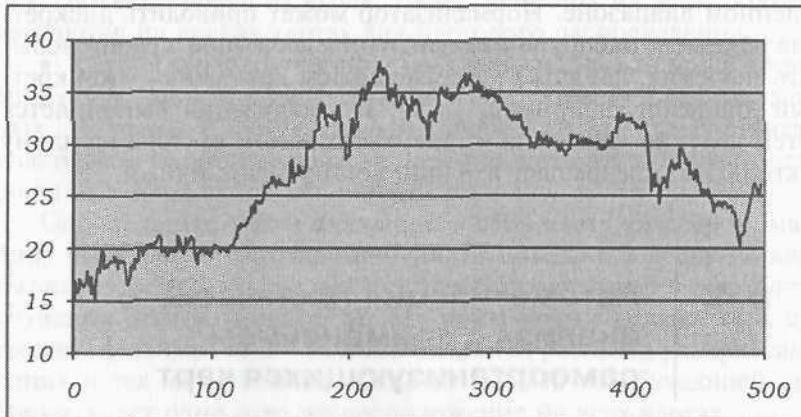


Рис. 6.(1). Исходный временной ряд; цены закрытия по акциям РАО ЕЭС

среднюю арифметическую по каждому из «нарезанных» рядов и вычтем ее из первоначальных данных, чтобы избежать разбиения на **классы** по уровню цены. Преобразованный ряд импортируем в STATISTICA Neural Networks.

ST Neural Networks — это универсальный пакет нейросетевого анализа фирмы StatSoft. В ST Neural Networks реализован весь набор архитектур сетей, широкий арсенал алгоритмов обучения (обратное распространение, квази-ニュтоновский алгоритм, Левенберга-Маркара, Кохонена, квантования обучающего вектора и др.).

Генетический алгоритм отбора входных данных используеться как инструмент для выявления наиболее значимых переменных, интерфейс прикладного программирования (API), позволяющий включать нейронные сети в другие приложения (пользовательские программы на C++, Visual Basic, среду MS Excel). В пакете представлены мощные средства визуализации, помогающие оценить качество работы сети и построить прогноз. Пакет может работать как самостоятельное приложение или в среде системы STATISTICA.

Для выявления классов паттернов во временном ряде используем сеть Кохонена. Сеть Кохонена должна разбить на классы множество входных значений, выявив схожие графические модели. Число выходных нейронов задается пользователем на этапе создания сети. Используется сеть Кохонена с размерностью 4x4,

т.е. предполагается, что данные будут принадлежать 16 различным классам. Сеть проходила несколько стадий обучения, где менялись количество эпох, скорость обучения и окрестность.

После того как сеть **обучена** распознаванию структуры данных, ее можно использовать как средство визуализации при анализе временных рядов. С помощью данных, выводимых в окне Win Frequencies (где для каждого нейрона подсчитывается, сколько раз он оказался победителем при обработке обучающих примеров), можно определить, разбивается ли карта на отдельные кластеры (рис. 6.12). Можно также обрабатывать отдельные наблюдения и смотреть, как при этом меняется топологическая карта. Это позволяет понять, имеют ли кластеры какой-либо содержательный смысл. После того как топологическая карта построена, на вход сети можно подавать новые наблюдения.

	01	02	03	04
01	11	32	9	4
02	13	32	28	49
03	43	14	88	9
04	14	38	56	44

Рис. 6.12. Частоты появления различных классов чартов во временных рядах, анализируемых в данный момент нейронной сетью

Обозначим все классы латинскими буквами: A, B, C, D и так далее (Topological Map на рис. 6.13). Сеть вывела 16 классов, при этом три из них (классы C, D и L) содержат малое число реализаций, т.е. соответствующие кластеры не являются типичными для данного временного ряда. В два класса (K и O) попало большое число входных примеров, следовательно, в данных есть ярко выраженные группы, так как примеры распределяются неравномерно.

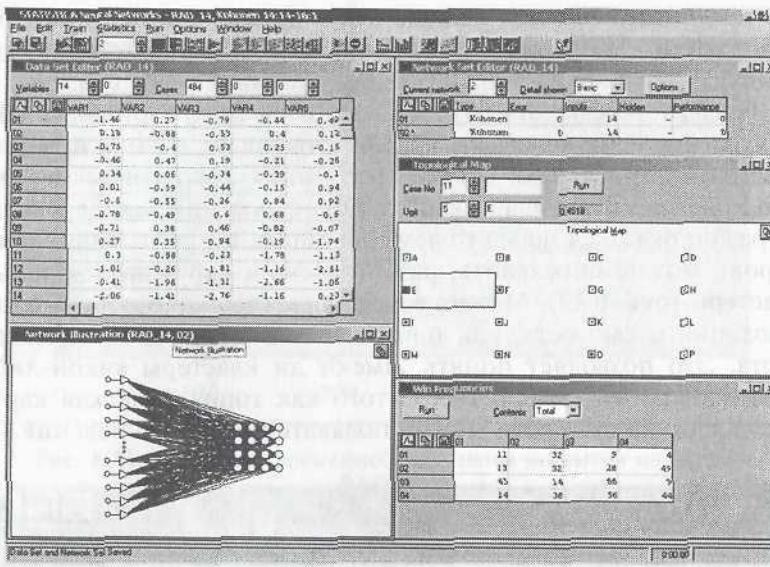


Рис 6.13. ST Neural Networks

На рис. 6.14 графически представлены входные данные, объединенные сетью Кохонена в один класс — класс Н. Всего данный кластер содержит 49 реализаций, т.е. является достаточно распространенным для рассматриваемого временного ряда. К этому классу нейронной сетью отнесены данные, имеющие ярко выраженный нисходящий тренд.

Представим исходный временной ряд в виде последовательности латинских букв—классов, выявленных сетью Кохонена: PFFGKPBAEAEJJNNPPPIFFPPPKGGHHBBAIEEOOOONNNPFFFPFFGGKBBBKIIIFFFFPPIIFFGGGHBBBIFFPPPIHFFFPPPKKKKIIIOOOOONNNNOOOOOOOONNNNOOOOOOOONNNNPFPKKKIIIFNNPPPPIIOOOEJJMMMMJJNNPPP KKKGGLLCCAAEEMMMJJNNOOOOOOOONNGGGHHHHHHHHBBBKKKKBBI1FFGGGHHCACAIIEEOOOOJNNPPKKBIIIOOONNNPPPCKKKBKKKKBKKKKKKKKKKHHHHHHHHBBKKKGHHHHHHBBI1FFPPPKKKKKKKKKKKKKKKKliriFFNNNPPPKKKKKKKKKKKKKKKBIIIOOOOOOONNNPPPKKKKKKBKGGLLDDDDCCCBBIEEEEOOOOONNOOOFFGGGHHHHHHHHHHHHHHHHHBBBKKKKKKKGGLLHCCAAEEMMMJJ.

Наша гипотеза заключается в том, что паттерны смены тенденции или кризисных ситуаций могут быть показаны сочетанием статистически устойчивых сочетаний символов. В полученном ряду повторяются некоторые последовательности буки, т.е. во временном ряду имеют место определенные закономерности. Отметим только некоторые из них: последовательность символов IEE встречается трижды, последовательность CCAAAEEMMM - дважды. Выделим данные паттерны на графике рис. 6.14. На рис. 6.15 представлены «нарезанные» ряды, соответствующие последовательности символов IEE.

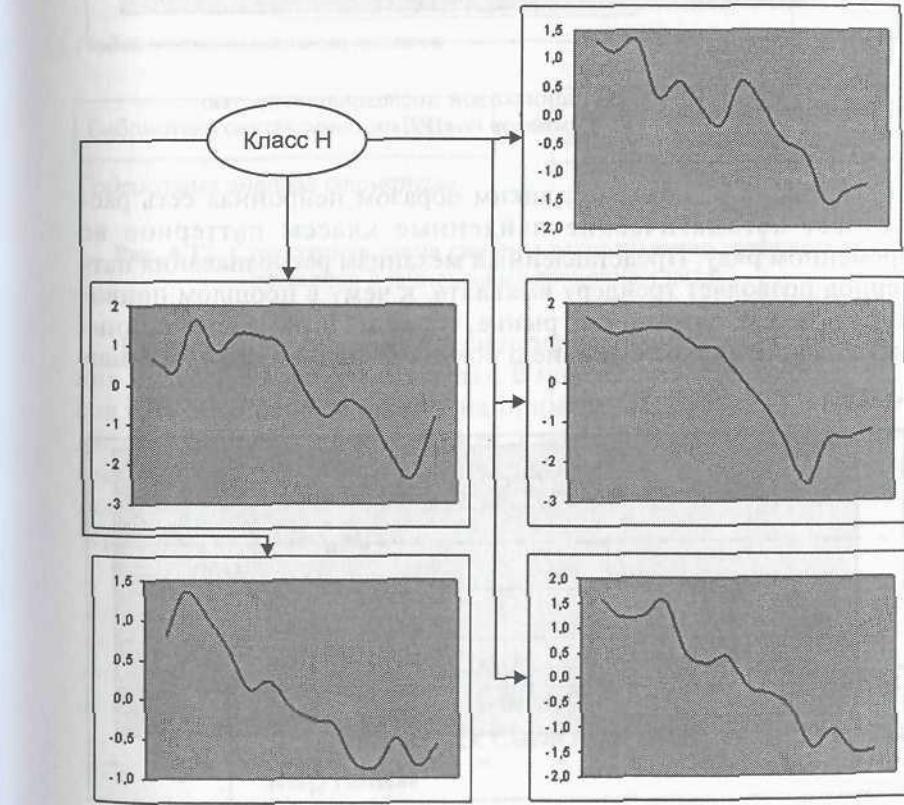


Рис. 6.14. Элементы класса Н, выделенного нейронной сетью

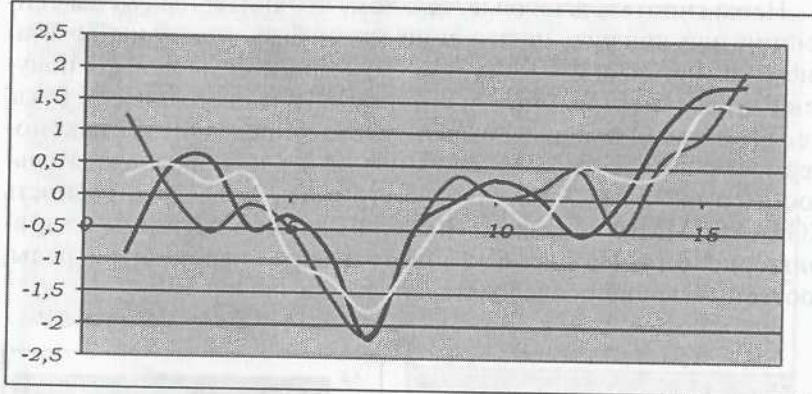


Рис. 6.15. Ряды с одинаковой последовательностью символов — вШЕ»

На рис. 6.16 показано, каким образом нейронная сеть распознает автоматические найденные классы паттернов во временном ряду. Представленный механизм распознавания паттернов позволяет трейдеру выявлять, к чему в прошлом приводила похожая ситуация на рынке, и уже на этой основе принимать окончательное решение о покупке/продаже ценных бумаг.

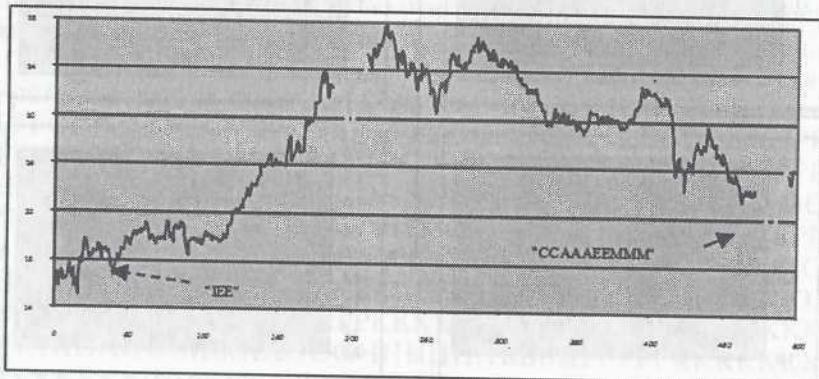


Рис. 6.16. Выявленные паттерны в исходном временном ряде



Рис. 6.17. Структурная схема системы распознавания графических паттернов в финансовых временных рядах

На рис. 6.17 представлена система распознавания графических моделей во временных рядах. В подсистеме выявления классов сеть Кохонена обучается на примерах, полученных из базы данных, затем используется как классификатор входных данных. Подсистема анализа структуры выделяет повторяющиеся последовательности классов в ряду и отмечает выявленные паттерны на графиках.

6.5. Распознавание в финансовых временных рядах паттернов, выделенных самоорганизующимися картами

Таким образом, сеть Кохонена позволяет выделить конечное сравнительно небольшое число устойчивых классов паттернов, которые могут быть надежно распознаны в со-

страве временного ряда. Библиотека синтаксических правил периодически пополняется по мере поступления новых данных.

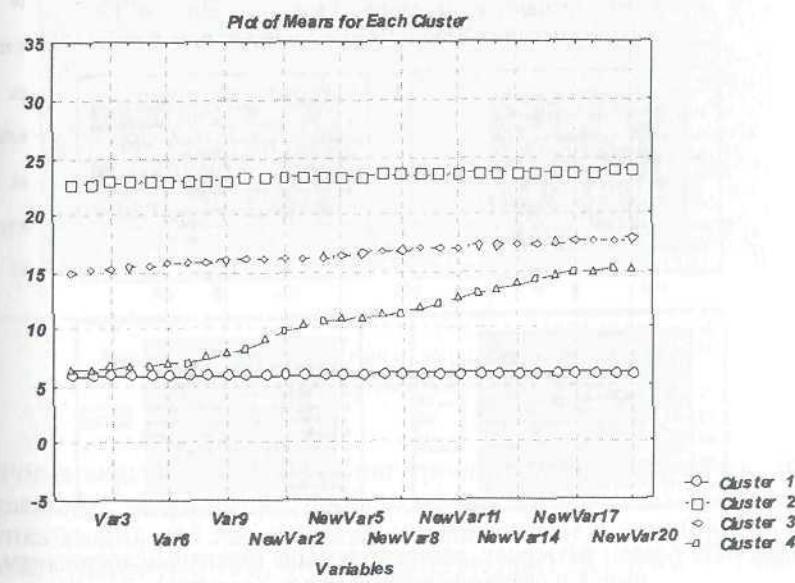
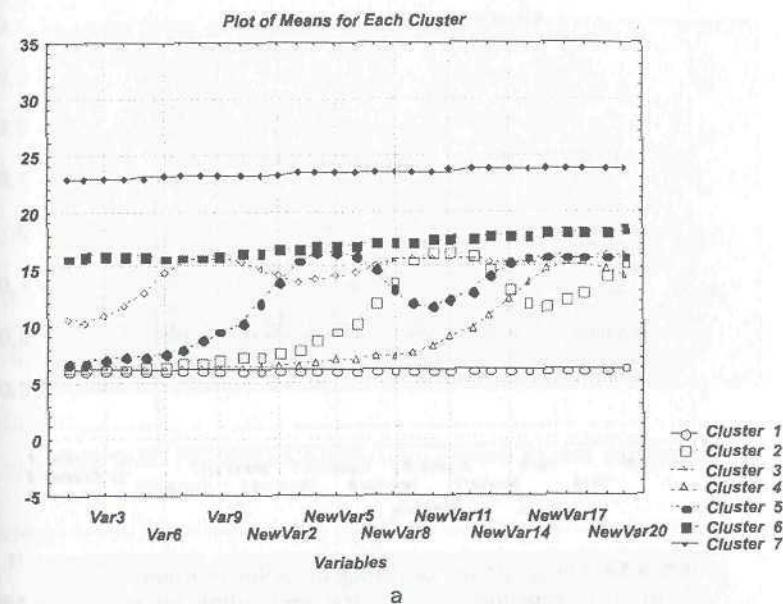
Наряду с классическими ценовыми фигурами технического анализа во временном ряде могут быть выделены некоторые паттерны, специфические именно для данного актива. Выделенным паттернам может быть присвоена содержательная интерпретация, определяющая поведение рынка. Использование самоорганизующихся карт Кохонсна позволяет выявлять закономерности в рядах данных и использовать их при принятии решений в торговле цennymi бумагами.

Далее приведены эксперименты, цель которых состояла в том, чтобы оценить, насколько уверенно нейронная сеть может выделить устойчивые кластеры и есть ли возможность оценить объективно число кластеров, которые скрыты в реальном временном ряду. С этой целью был использован алгоритм «&-mcans» и режим Data Miner STATISTICA 7. Были испробованы способы кластеризации при числе кластеров $k = 7, 4, 3$. Как видно из рис. 6.18, $a - b$, при числе кластеров $k = 1$ и $k = 4$ уверенного различия реализации временного ряда и их разбиения па кластеры не происходит и реализации переплетаются. В то же время, как видно из рис. 6.18, b , при числе кластеров $k = 3$ реализации различаются нейронной сетью. Это говорит о том, что в составе временного ряда существуют три различных вида класса паттернов.

После определения выходных классов был проведен их анализ, чтобы понять, какой содержательный смысл они могут иметь на рынке ценных бумаг с использованием наименований «бычий» (подъем), «медвежий» (спад), циклический, стабильный и другие возможные классы (рис. 6.19.).

На рис. 6.20 разными стрелками показаны представители одного из классов, сформированные сетью Кохонена. Распознавание паттернов этих классов представлено на рис. 6.21, где элементы класса, идентифицированные сетью Кохонена яо временном ряде курса обмена евро/руб., указаны стрелкой соответствующего вида.

На рис. 6.22 также приведены результаты экспериментов по выделению распознавания чарт-паттернов. На рис. 6.23 показано жирной линией эталонная конфигурация паттерна, вокруг которой переплатаются отрезки временного ряда, соответствующие этому паттерну. На рис. 6.24 представлены кластеры (раз-



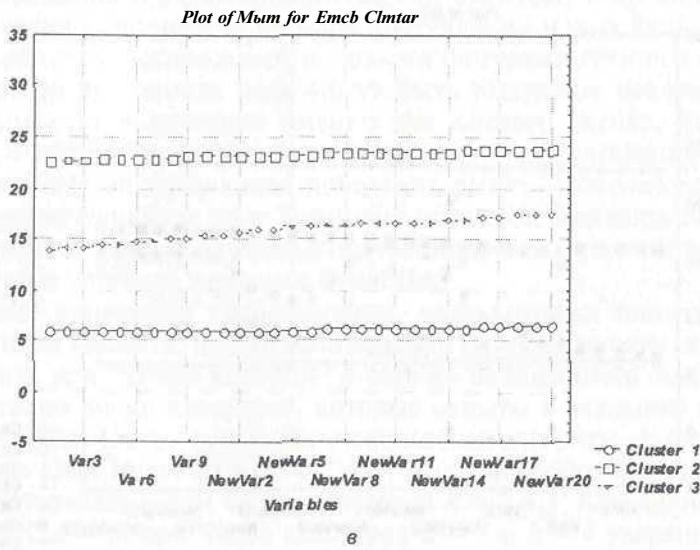


Рис. 6.18. Определение оптимального числа кластеров, которые уверенно различаются нейронной сетью:
а — неоднозначное выделение кластеров при $k = 7$;
б — неоднозначное выделение кластеров при $k = 4$;
в — формирование устойчивых кластеров при $k = 3$

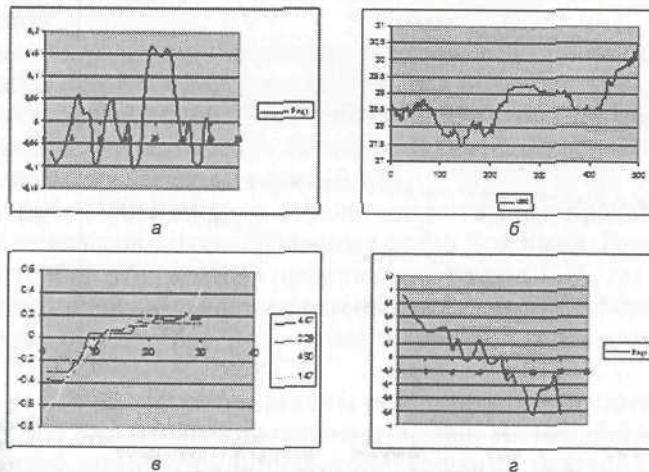


Рис. 6.19. Классы паттернов, соответствующие различным состояниям рынка и сформированные сетью Кохопена:
а — циклический; б — стабильный; в — бычий; г — медвежий

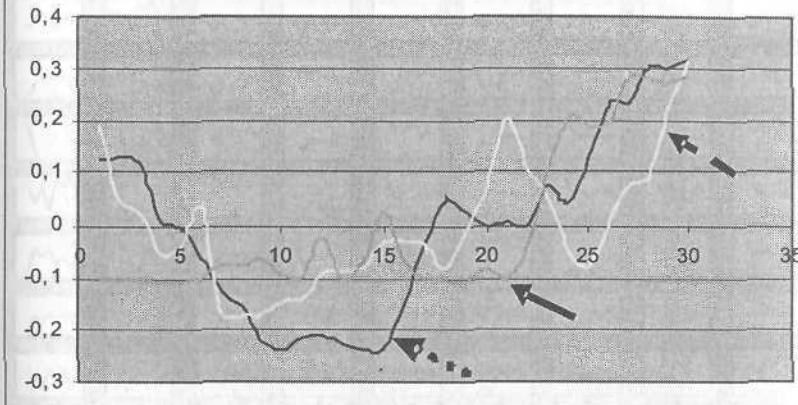


Рис. 6.20. Различные реализации одного класса паттернов

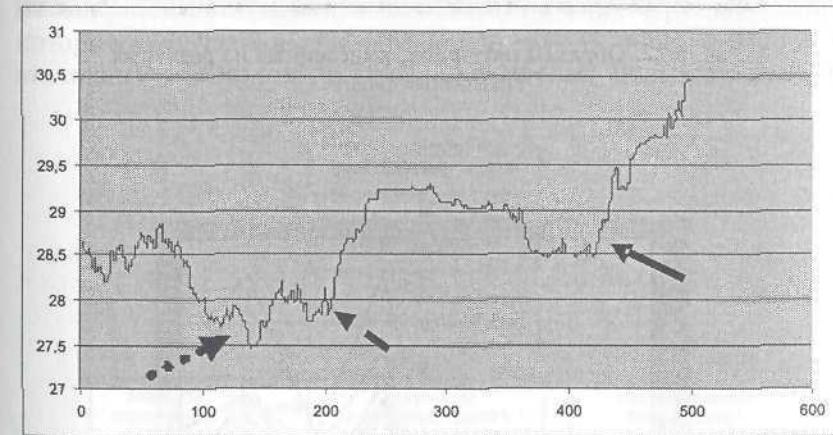


Рис. 6.21. Временной ряд с обнаруженными на нем паттернами, приведенными на рис. 6.20

личные виды конфигураций паттернов), образующие облака из отдельных реализаций, принадлежащих этим классам. Из рисунка видно, что два кластера содержат мало реализаций. Это может говорить о том, что соответствующие кластеры не являются типичными для данного временного ряда.

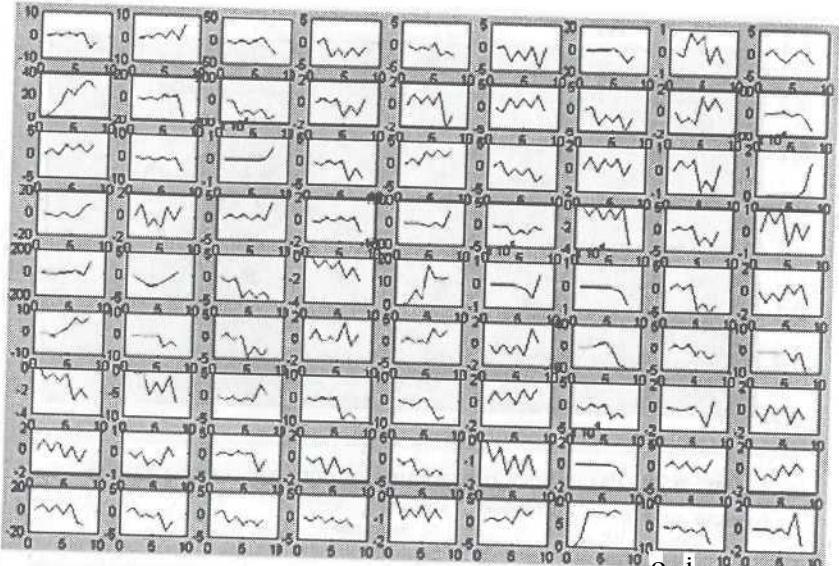


Рис. 6.22. Образцы паттернов, выделенные из реальных временных рядов

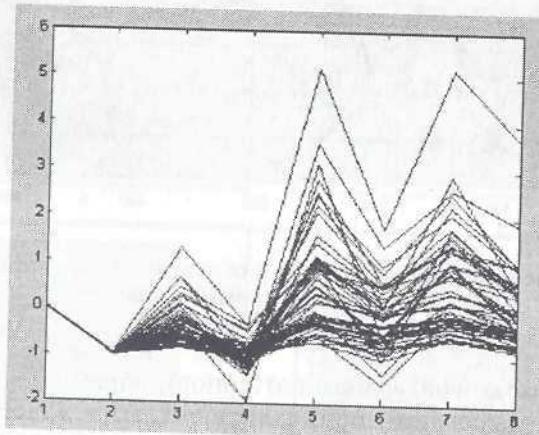


Рис. 6.23. Переплетение многих реализаций отрезков временных рядов, соответствующих одному паттерну

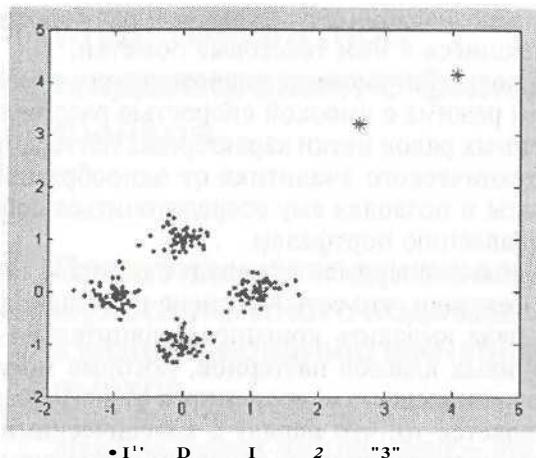


Рис. 6.24. Изображение шести кластеров, два из которых содержат малое количество реализаций (кластеры выделены сетью Кохонена)

На рис. 6.25 показана схема распознавания **чарт-паттернов**, которые включают в себя обучаемую модель, пополняющуюся эталонами паттернов по мере поступления новых данных, и

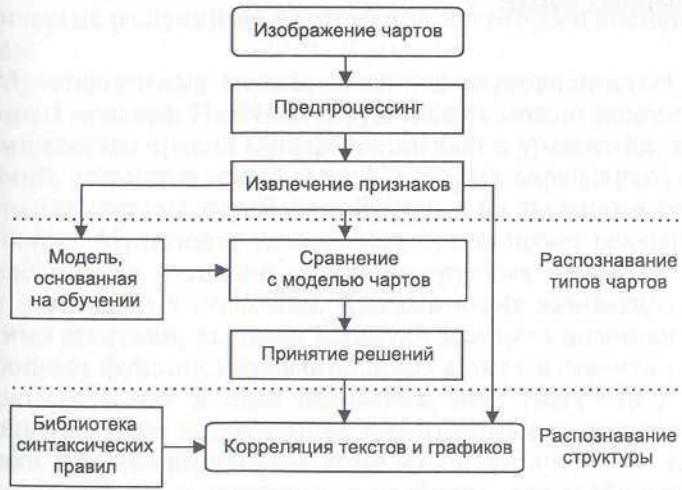


Рис. 6.25. Структурная схема алгоритма обработки временных рядов и распознавания чарт-паттернов в реальных временных рядах

подсистему распознавания структуры, которая сопоставляет паттернам относящиеся к ним текстовые пометки.

Наличие подобной системы распознавания позволяет в автоматическом режиме с высокой скоростью расставлять на графиках временных рядов метки характерных паттернов, избавляя тем самым технического аналитика от однообразной и утомительной работы и позволяя ему сосредоточиться собственно на задаче по управлению портфелем.

Проведенные эксперименты наряду с обзором литературных источников показали, что сеть Кохонена позволяет для данного временного ряда выделить конечное сравнительно небольшое число устойчивых классов паттернов, которые могут быть надежно распознаны в составе временного ряда. Важным обстоятельством является то, что наряду с классическими ценовыми фигурами технического анализа в данном временном ряду могут быть сетью выделены некоторые паттерны, специфические именно для данного актива. Выделенным паттернам может быть присвоена содержательная интерпретация, определяющая поведение рынка. Таким образом, выделенные паттерны и их последующая идентификация могут служить аналитическими механизмами для принятия решения трейдерами при формировании портфеля цепных бумаг.

7 ГЛАВА

Мультиагентное моделирование финансовых рынков

7.1.

Предпосылки возникновения мультиагентного подхода к моделированию финансовых рынков

Мультиагентное моделирование — это новый подход к моделированию систем, содержащий как автономных, так и взаимодействующих агентов. Мультиагентное моделирование имеет связи со многими направлениями исследований, такими как системная динамика, компьютерные, экономические, социальные науки, науки об управлении, традиционное моделирование и т.д. Преимущество динамических моделей в том, что они позволяют оценить последствия различных вариантов экономических решений на протяжении некоторого времени в будущем.

Мультиагентные модели являются разновидностью имитационных моделей. Имитационную модель можно рассматривать как множество правил (дифференциальных уравнений, карт состояний, автоматов, сетей и т.п.), которые определяют, в какое состояние система перейдет в будущем из заданного текущего состояния. Мультиагентная модель представляет реальный мир в виде многих отдельно специфицируемых активных подсистем, называемых *агентами*. Каждый агент взаимодействует с другими агентами, которые образуют для него внешнюю среду. В процессе функционирования агент может изменить как внешнюю среду, так и свое поведение. Мультиагентные модели используются для исследования децентрализованных систем, динамика функционирования которых определяется не глобальными правилами и законами, а наоборот, эти глобальные правила и законы являются результатом индивидуальной активности членов группы. Например, в области экономики, в которой весь организм формируется «снизу вверх», не совсем адекватны мо-

дели и описания установившихся равновесных режимов. Гораздо интереснее и адекватнее модели, позволяющие выполнить анализ формирования правил и тенденций глобального поведения как интегральных характеристик поведений многих составляющих активных игроков.

Обычные, традиционные объекты можно считать пассивными, поскольку они ожидают сообщения, прежде чем выполнить операцию. Будучи инициированы, они выполняют свои функции и «засыпают» до следующего задания. Агенты же позволяют моделировать активные объекты, реагирующие на события своей среды, а также предпринимают определенные действия, не дожидаясь прямого обращения к себе.

Исследования на основе мультиагентного подхода особенно активно развиваются применительно к финансовым рынкам. В настоящее время традиционным подходам в этой области противопоставлены идеи «ограниченной рациональности», бихевиористской модели финансов и моделирование финансовых рынков на основе мультиагентных систем. Большинство моделей, основанных на взаимодействующих агентах, включают два важных класса инвесторов: фундаменталисты и чартисты. *Фундаменталисты* базируются на таких фундаментальных факторах рынка, как процентная ставка, рост экономики, прибыльность компаний и т.д. Чартисты или технические аналитики ищут простые паттерны, например, тренды в прошлых значениях цен и основывают свои инвестиционные решения па их экстраполяции.

В течение длительного времени технический анализ считался иррациональным и, согласно Милтону Фридману, чартисты должны быть удалены с рынка рациональными инвесторами. Однако наблюдения ряда авторов показывают, что на коротких временных горизонтах (например, до трех месяцев) финансовые прогнозисты стремятся применять дестабилизирующие правила, следующие тренду, в то время как на больших временных горизонтах (3–12 мес. или больше) они стремятся использовать стабилизирующие предсказания с реверсированием средних значений. В ряде работ было показано, что взаимодействие чартистов и фундаменталистов усиливало быстрые скачки курса доллара в середине 1980-х гг.

В начале 1960-х гг. американский экономист Дж. Мут ввел в экономический оборот понятие «рациональные ожидания» (RE). Он подразумевал ожидания, складывающиеся не только с учетом

данных за прошлые периоды, а, главным образом, на основе всей имеющейся в определенный момент информации о современном состоянии и перспективах экономики. Гипотеза Дж. Мута положила начало развитию концепции *рациональных ожиданий*, которая во многих исследованиях является основной. По существу, она означает возрождение в более широком плане неоклассических принципов, базирующихся на методологических посылках теории общего равновесия Л. Вальраса, учениях А. Маршалла и Дж. Кларка, трудах К. Векселя, И. Фишера, Ф. Хайкса. В соответствии с ней информационная эффективность рынка зависит от действий двух категорий агентов: полностью информированных (инсайдеры) и неинформированных, а также от множества частично информированных агентов. При этом рыночные цены отражают инсайдерскую информацию, и следовательно, информационный трейдер может вывести истинную цену, зная состояние рынка.

Обычная гипотеза эффективного рынка утверждает, что, как правило, наблюдается динамика цен активов, имеющая вид случайного процесса и отражающая более или менее случайный поток новостей. Однако реально наблюдается «избыточная волатильность», когда некоторые отклонения цен могут превосходить то, что может быть объяснено рациональным регулированием фундаментального значения, основывающимся на случайных новостях.

Традиционный подход в области финансов основывается на представлении о репрезентативном, рациональном агенте, который принимает оптимальные инвестиционные решения и имеет рациональные ожидания относительно будущего развития. Фридман одним из первых выдвинул сильные аргументы в пользу рациональности, обосновывая это тем, что иррациональные агенты будут терять деньги, в то время как рациональные агенты будут получать высокий доход.

По сути, это эволюционные аргументы в пользу вытеснения рынка иррациональных агентов рациональными. Предполагается, что в современном рациональном мире информация передается мгновенно, цены активов отражают фундаментальные характеристики состояния экономики, размещение активов осуществляется эффективно.

Теоретики рациональных ожиданий полностью полагаются на механизм рыночного саморегулирования экономики. Они

исходят из того, что рынки постоянно находятся в состоянии равновесия. Так, если спрос превысит предложение, то вступает в действие рост цен, приводящий спрос в соответствие с предложением. Падение спроса на товары, напротив, ведет к снижению цен до необходимого уровня, уравновешивающего спрос и предложение. Одновременно категорически отвергается основанная на кейнсианских принципах система антициклических мероприятий, поскольку правительство не в состоянии позитивно влиять на экономический процесс. Любое его вмешательство с целью стимулирования спроса, ущемляющее интересы хозяйствующих агентов, вызывает соответствующее противодействие, что в условиях саморегулирующейся равновесной экономики ведет к нарушению стабильности и неизбежно выливается в рост цен, заработной платы, повышение процентных ставок.

Агенты на рынке взаимодействуют посредством простых инвестиционных стратегий, постоянно учась друг у друга, по мере того как становится доступной новая информация, и адаптируя свое поведение соответствующим образом с течением времени. Простые взаимодействия на индивидуальном микроуровне вызывают сложные структуры и эмбарджентные эффекты на агрегированном макроуровне. При этом предполагается, что агенты взаимодействуют только через систему цен. В противовес этому Кейнс отмечал, что движение цен спекулятивных активов подвержено влиянию не только фундаментальных факторов, но также «рыночной психологии». Ряд исследований показывают наличие «стадного» эффекта в популяции насекомых и животных, при котором соотношение между числом приверженцев той или иной стратегии никогда не бывает 50% на 50%, а также 80% на 20%. Поведение агентов аналогично поведению животных, и рыночные тенденции доминируют одной группой в течение длительного времени, но затем большинство агентов вдруг переключаются на альтернативную стратегию.

Одним из ранних критиков современной рациональности и мгновенного распространения информации был профессор экономики Мэрилендского университета Джюлиан Саймон. Он считал, что агенты ограничены в их вычислительных способностях и потому сбор информации не может быть мгновенным и исчерпывающим, а также ограничивается его стоимостью. Индивидуальное поведение более точно описывается простыми субоптимальными правилами.

Компьютерное моделирование финансового рынка, населенного популяцией программных агентов, расширяет возможности экспериментатора испытывать различные теории и поведение агентов, их обучение, а также микроструктуру рынка. В отличие от экспериментов с реальными участниками, когда поведение трейдера почти невозможно точно промоделировать на протяжении многих периодов, мультиагентный подход позволяет реализовать сложные модели поведения и алгоритмы обучения агентов, а также применять необходимые эвристики.

В мультиагентных системах финансовые рынки рассматриваются как комплексная и адаптивная система, состоящая из многих ограниченно рациональных гетерогенных агентов. Распространению мультиагентного подхода способствовал также целый ряд явлений, отмеченных во многих финансовых временных рядах, которые не находили удовлетворительного объяснения в рамках гипотезы эффективного рынка (ЕМН), модели рациональных ожиданий (RE) и капитальной цеповой теории (CAPT). Это, в частности:

- непредсказуемые значения цен активов и их доходности;
- большие, персистентные объемы торгов;
- избыточная волатильность и персистентная девиация от фундаментального значения цены;
- кластерная волатильность и долговременная память.

7.2. Агенты, их классификация и алгоритмы поведения

Ключевым понятием мультиагентного моделирования является агент. Само слово происходит от латинского слова *«agere»* — двигать. Общепризнанного определения не существует, однако большинство ученых согласны с определением М.Дж. Вулдридж и М.Дж. Дженнингса: «*«агент* — это компьютерная система, помещенная в некоторую среду и обладающая способностями к автономным действиям в этой среде, для того чтобы обеспечить достижения заложенных в нее целей»*. М.Дж. Вулдридж

* Jennings M.J. Agent Technology Foundation, Application and Markets / M.J. Jennings, M.J. Woolridge. — Springer, 2002.

проводит различие между агентом и интеллигентным агентом. Интеллигентный агент должен быть реактивным, проактивным и социальным.

Интеллектуальные агенты — программные объекты (особый род компьютерных программ), способные к взаимодействию друг с другом и анализу информации, полученной через их сообщения друг другу. *Интеллектуальные* агенты должны быть способны к принятию решений в условиях неопределенности ситуации, действовать при отсутствии полной **информации**. Как правило, агенты, скорее, обучены, чем запрограммированы для выполнения конкретной работы.

Наиболее продвинутые версии агентов могут учиться на собственном опыте и иметь отличительные черты индивидуальности. Основными элементами интеллектуального агента, дающими ему возможность обладать определенным уровнем восприятия, умения познавать и действовать, являются базы знаний в конкретной сфере жизнедеятельности, содержащие модели простейших ценностей и отношений, а также алгоритмы анализа, обучения и ситуативной ориентации. Здесь могут быть использованы стандартные технологии создания искусственного интеллекта — например, предиктивное исчисление, генетические алгоритмы, немонотонная логика и нейронные сети.

Автономные агенты — это вычислительные системы, которые обитают в некоторой комплексной, динамической среде, воспринимают информацию и действуют автономно в этой среде, выполняя при этом совокупность задач, для которых они были спроектированы.

Программные агенты (Software agents) называются software-роботами или *софтботами*. В общем случае, они обладают следующими свойствами:

- **реактивность:** способность активно реагировать на состояния внешней среды и поведение других агентов;
- **проактивность:** способность к предсказанию изменений внешней среды, планированию и гибкому реагированию на изменяющуюся обстановку;
- **социализация:** способность обмениваться сообщениями с другими агентами, взаимодействовать с ними и координировать с ними свою активность;
- **мобильность:** способность перемещаться в электронной среде;

• достоверность: агент не будет сознательно сообщать ложную информацию;

• благожелательность: агенты не имеют антагонистических целей, и поэтому каждый агент будет всегда стараться выполнить то, что запросят от него другие агенты;

• рациональность: агент будет действовать для достижения целей согласно своим убеждениям;

• обучаемость/адаптивность. Обучение — это процесс модификации каждой компоненты агента, призванный привести эту компоненту в более полное соответствие с доступной информацией обратной связи и благодаря этому улучшить общие показатели эффективности функционирования агента.

• ментальные состояния агентов включают: цели, планы, убеждения, желания, намерения, способности и обязанности.

Мобильные агенты передвигаются с одного сервера на другой, например, в поисках товара с заданными хозяином агента характеристиками. Здесь важным является понятие *миграции*. Мобильные агенты могут перемещаться от одного хоста к другому, сообщая текущему хосту адрес, куда они хотят перейти; затем хост соединяется с другим хостом и пересыпает туда агента, осуществляя миграцию. Причины, по которым агент перемещается от одного хоста к другому, могут состоять в том, что хост, на котором находится агент, в данный момент не располагает необходимыми ему ресурсами. Агент идентифицирует хост, который имеет требуемый ресурс, и мигрирует туда. Новый хост предоставляет агенту возможность использования его ресурсов.

В агентных системах существует некоторое количество *ролей*, исполняемых агентами и их пользователями. Разработчик (**Программы - автор**, создает код агента. Этот код может быть использован для создания агентов, которые, в свою очередь могут быть включены в другие агентные системы.

Эту последнюю функцию выполняет создатель. Обычно создатель становится владельцем, но не всегда. Например, если создателем выступает агент, который создает нового агента, действующего от его имени, собственником вновь созданного агента считается собственник исходного агента. Право собственности Делегируется в этом случае всем потомкам исходного агента.

Не всегда мобильность является хорошим качеством. Мобильность обеспечивает обработку данных там, где они разме-

щены, и благодаря этому позволяет избежать лишнего трафика, однако она же приводит к проблемам безопасности.

Социальные агенты взаимодействуют с другими агентами. Возможны несколько форм такого общения, начиная с обмена сообщениями в соответствии с определенным протоколом до образования команды, которая работает над общей целью. *Протокол* — это определение форм взаимодействия агентов, т.е. последовательность сообщений, которые образуют диалог.

Свойства агентов. Основным свойством программных агентов является то, что они *автономны* и то, что они *помещены в среду*. Первое свойство означает, что агенты независимы и принимают свои собственные решения. Этим отличаются агенты от объектов. Когда мы решаем сформировать систему из некоторого числа независимых объектов, система становится децентрализованной.

Обычно среда, в которой размещен объект, является динамической, непредсказуемой и ненадежной. Динамичность означает, что среда быстро изменяется. «Быстро» означает, что агент не может предполагать, что среда останется неизменной, пока он старается выполнить задачу. Непредсказуемость означает невозможность предсказать будущее состояние среды, поскольку:
а) агент не располагает точной и полной информацией о среде;
б) среда изменяется за пределы знания и влияния агента. Среда является ненадежной потому, что действия, которые может выполнять агент, могут оказаться бесполезными по причинам, не подконтрольным агенту.

Важным свойством агента является реактивность, заключающаяся в своевременном реагировании на изменения среды. С другой стороны агент должен быть проактивным. Цели агента должны быть персистентными: агент должен продолжать пытаться достичь цели, несмотря на неудачные попытки. Проактивность отличает агентов от объектов.

При проектировании архитектуры мультиагентных систем важно соблюдать баланс между реактивностью и проактивностью. Агент должен быть реактивным, чтобы его планы и действия изменялись в соответствии с изменениями окружающей среды; одновременно он должен добиваться осуществления своих планов, невзирая на воздействие окружающей среды.

Если агент слишком реактивен, он постоянно изменяет свои планы и не достигает целей; однако, если агент недостаточно

реактивен, тогда он будет попросту тратить время, следя пла- нам, которые невыполнимы или в достижении которых отпада необходимость. Поскольку неудача действий или планов являются следствием изменяющегося окружения, агент должен обладать возможностью восстанавливаться после таких неудач. Это свойство называется *робастностью*, или *устойчивостью*.

Агент использует гибкость в своем поведении для достижения робастности. Располагая набором альтернативных средств для достижения данной цели, агент может использовать различные варианты поведения и в случае неудачи одного из них использует другой вариант. В мультиагентной системе агент взаимодействует с другими агентами, т.е. является социальным.

Взаимодействие агентов описывается в терминах перформативов, таких как «информировать», «запрашивать», «соглашаться» и т.д. Эти перформативы имеют стандартную семантику и часто оказывают влияние на ментальное состояние объекта. При описании взаимодействия агентов часто используются антропоморфные понятия, которые свойственны в большей степени людям, чем автоматам, каковыми являются агенты: «переговоры», (координация), «кооперация» и «командная работа».

Опираясь на указанные свойства, мы можем определить агента как программную сущность, которая:

- находится в среде;
- автономна — независима, неконтролируема извне;
- реактивна — реагирует на изменения в среде;
- проактивна — настойчиво добивается целей;
- гибка — имеет разнообразные способы достижения целей;
- робастна - восстанавливается после неудач;
- социальна — взаимодействует с другими агентами.

Существует еще некоторое количество свойств, которые мы будем считать менее существенными; например, можно требовать, чтобы агент был рациональным и не пытался одновременно выполнять два взаимоисключающих плана действий.

Рациональный агент - это агент, который успешно функционирует в среде, т.е. принимает правильные решения и выполняет правильные действия. Это требует введения функций, которая оценивает и упорядочивает решения и действия по их эффективности. Мера эффективности включает критерии успешности поведения агента. Будучи погруженным в среду, агент

получает последовательность сигналов, совместно поступающих от органов восприятия. Термином *перцепция* называется совокупность сигналов на сенсорных входах агента в данный момент. *Перцептивная последовательность агента* — это полная история всего, что агент когда-либо воспринимал. Рациональность агента в данном случае зависит от следующих моментов:

- критерий успешного поведения;
- априорные знания агента о иене;
- набор действий, которые может выполнять агент;
- перцептивная последовательность агента вплоть до настоящего времени.

Для каждой возможной последовательности сигналов, поступающих от органов восприятия, рациональный агент будет выбирать действия, которые, по его предположению, максимизируют критерий успеха при заданной перцептивной последовательности встроенных априорных знаний о среде.

Оценка успешности действия агента в среде зависит как от выбранного критерия, так и от того, что известно агенту о среде. В этой связи следует различать рациональность и всеведение. Всезнающий агент знает действительный исход каждого возможного действия и может принять наилучшее решение, но всеведение не реализуется на практике. Оптимальное поведение соответствует максимуму критерия успеха, рациональное же поведение не является оптимальным, оно лишь максимизирует ожидаемое значение критерия, причем максимизация ожидаемого значения критерия успеха требует предварительного сбора и обработки информации.

Успешные агенты разбивают проблему вычисления функции агента на три различных периода:

1) проектирование агента. Часть вычислений выполняется конструктором;

2) выполнение агентом очередного действия. Агент производит необходимые вычисления самостоятельно;

3) обучение агента в процессе приобретения опыта. Дополнительные вычисления производятся, чтобы модифицировать поведение.

В зависимости от того, в какой мере агент более полагается на априорные знания, заложенные конструктором, чем на данные перцепции, мы говорим, что агент имеет соответствующую

степень автономности. Рациональный агент должен быть автономным, он должен быть способен компенсировать частичную некорректность априорных знаний.

Структура агента. Агент — это программа, размещенная в некоторой среде. Среда, в которую погружен агент, может быть:

- полностью или частично наблюдаемой. Частичная наблюдаемость может объясняться пропуском части наблюдений или наличием шумов;
- детерминированной или стохастической в зависимости от того, полностью или нет следующее состояние определено текущим состоянием и действием агента;
- эпизодической, т.е. состоящей из отдельных эпизодов, либо последовательной, когда будущие состояния зависят от текущих решений;
- статической или динамической;
- дискретной или непрерывной.

Структура агента включает в себя архитектуру агента и алгоритм (программу) функционирования. *Архитектура агента* включает средства восприятия сигналов из внешней среды и средства коммуникации между агентами. *Алгоритм функционирования* базируется на модели мира, куда входят модель внешней среды и самого агента. Самый простой алгоритм основан на табличном представлении модели мира. В таблице для каждой новой перцепции, т.е. последовательности входных данных, указывается соответствующее действие, которое выполняет агент. Поскольку число входных перцепций бесконечно, имеется опасность разрастания таблицы до невообразимых размеров. В общем случае в зависимости от используемого алгоритма агентов можно разделить на четыре группы:

- 1) простой рефлексный агент с алгоритмом вида $i^* <\text{состояние}> \text{ then } <\text{действие}>$;
- 2) рефлексный алгоритм с реакцией, основанной на модели мира;
- 3) целеустремленный алгоритм;
- 4) алгоритм, основанный на функции полезности.

Агент, алгоритм которого основан на модели мира, содержит некоторые значения, касающиеся того, как развивается мир и как собственные действия агента воздействуют на мир. Эти знания и образуют модели мира агента. Два основных механизма,

которые обеспечивают интерфейс между агентом и его окружением — это механизм восприятия среды и механизм восприятия действия, которые агент может выполнять, чтобы воздействовать на среду.

Информация, которой обладает система агентов, является обычно распределенной: агенты могут следить за окружением из разных положений, получать информацию в различные моменты времени или интерпретировать эту информацию по-разному. Таким образом, состояние окружения является частично обозримым для каждого агента. Предполагается, что агент может воспринимать сигналы из среды обитания при помощи сенсоров и воздействовать на среду посредством эффекторов.

Важное свойство, характеризующее мир с точки зрения агента, связано с восприятием. Мир полностью наблюдаем, если текущее восприятие агента полностью описывает данное состояние мира. В противоположность этому, в частично наблюдаемом мире текущее восприятие описывает лишь часть информации о состоянии мира, задающую вероятностное распределение между действительными состояниями мира. Частичная наблюдаемость может быть вызвана двумя фактами. Первый — это помехи в сенсорной информации агента. Второй связан с несовершенством сенсоров, вследствие чего агент в разные моменты времени может воспринимать одно и то же состояние мира по-разному. Возможно также, что для агента некоторые состояния неразличимы.

Агент, функционирующий в среде, должен иметь перед собой цель. *Цель* (называемая также задача, намерение или желание) — это такое состояние, которого агент стремится достичь. Цель придает агенту его автономность и проактивность. Важным аспектом проактивности является персистентность целей: если план достижения целей оказался неудачным, агент стремится использовать альтернативные планы для достижения целей. Знание текущего состояния среды не всегда достаточно для решения о том, что следует предпринять агенту.

Агенту необходима такая информация о цели, которая описывает желаемые состояния; иногда агент должен уметь вести планирование и поиск наилучшего варианта. Однако указание агенту только целевого состояния не всегда облегчает ему поиск правильного пути.

Двигаясь к цели, агент использует функцию полезности, которой сопоставляет каждое из достигаемых им состояний.

Функция полезности отображает состояние или последовательность состояний в число, она оказывается удобной, когда агент имеет несколько конфликтующих целей и ни одна из них не может быть достигнута наверняка, полезность обеспечивает способ, при котором можно различным целям придать вес.

Двигаясь к цели, агент реагирует на события, связанные с переходом из состояния в состояние. В основе событий могут лежать данные органов восприятия, а также внутреннее ментальное состояние агента. *Событие* — это значимое явление, на которое агент должен реагировать некоторым образом. События могут приводить к проявлению новых целей, вызывать изменения информации, поступающей из окружения, или необходимость действий, которые нужно выполнять немедленно.

Действие, непосредственно вызываемое событием, называется *рефлексивным действием*. Агенты часто действуют в критических ситуациях, когда невозможно получить полную информацию и когда среда быстро изменяется. Одним из следствий этого является то, что агент должен действовать на основании неполной информации о среде. Получаемые им в таких условиях сведения называются *убеждениями*.

Убеждения — это некоторый аспект знаний самого агента или других агентов относительно среды. Поскольку агент размещен в динамической среде, он не может применять обычные методы планирования, используемые в искусственном интеллекте. Вместо этого используют «библиотеку рецептов» — набор планов, написанных разработчиком программы.

Обычно агенты имеют ограниченные вычислительные ресурсы и поэтому нуждаются в наборе убеждений и планов. Убеждения выступают существенным фактором вследствие ограниченных сенсорных способностей агента, они представляют собой модель мира, которой пользуется агент, и хранятся в таблицах реляционной базы данных агента в виде записей. В общем случае утверждения, содержащиеся в таких записях, могут быть истинными, ложными или неопределенными (неизвестными). Способ хранения убеждений в таблице реляционной базы данных может опираться либо на гипотезу замкнутого мира (*Closed World Assumption*), либо на гипотезу открытого мира (*Open World Assumption*). В соответствии с *гипотезой замкнутого мира* в базе данных хранятся только истинные утверждения. Утверждения,

которых нет в базе, являются ложными. В соответствии с альтернативной гипотезой открытого мира в базе хранятся как истинные, так и ложные утверждения, а истинность утверждений, которых нет в базе, считается неизвестной.

7.3. | Стратегии агентов

Задача выбора последовательности действий, которые позволяют достичь цели, называется *планированием*. Для изложения проблемы планирования необходимо описание состояний, целей и действий. Результатом планирования является перечень действий, которые должен выполнить агент для достижения цели. Выбор действий предсмотренных планом, производится агентом посредством выполнения следующих операций:

- просмотр допустимых действий и списка параметров, которые идентифицируют это действие;
- проверка предусловия — это конъюнкция убеждений, которые описывают, что должно быть истинным до того, как действие будет исполнено. Чтобы данное действие было выбрано, все предусловия должны быть выполнены. Результатом выполнения действий является эффект;
- эффект — это конъюнкция убеждений, которые описывают, как изменяются состояния после исполнения действия.

Планирование требует, чтобы разработчик программы определил для каждого действия условия его выполнения и результаты. Целью агента является желаемое состояние мира, следовательно, планирование определяется как поиск оптимальной стратегии по достижении желаемого состояния.

Для того, чтобы избежать составления слишком больших планов, которые к тому же подвергаются постоянным изменениям, можно использовать метод планирования, называемый Belief-Desire-Intention (убеждение-желание-намерение). В этом случае план разбивается на совокупность планов, меньших по размеру, каждый из которых применим в определенных ситуациях. Агент вначале проверяет функцию, которая указывает, применим ли план в данной ситуации, а затем реализует тело плана или набор операций, которые нужно выполнить для достижения целей.

Структурируем тело плана в последовательность шагов, которые могут предполагать достижения подцелей. Использование *планов* агентами напоминает использование функций и языках программирования. План состоит из набора инструкций (правил), к которым агент обращается, чтобы достичь поставленных целей;

1) каждый пункт плана предусматривает обработку одного события, но одно и тоже событие может обрабатываться различными пунктами плана;

2) агент выбирает пункт плана, сопоставляя события и признаки релевантности пункта плана этого события;

3) выбрав релевантные пункты плана, агент может решить, какие из них применимы, проверяя условия контекста этого пункта плана.

Импульсом к началу действия агента могут являться внутренние и внешние стимулы, такие как сообщения от других агентов или других объектов восприятия. Действия агентов являются реакцией на событие, которое может принадлежать к разным категориям;

• в случае появления события, агент обращается к своим убеждениям, содержащим планы, выбирает применимый к данному событию вариант и начинает его выполнять;

• если выбранный вариант не приводит к успеху, то агент выбирает альтернативный вариант.

Принятие решения агентом. Предположим, что на каждом временном шаге агент может из конечного набора возможных действий выбрать какое-то одно. Интуитивно понятно: чтобы действовать рационально при выборе дальнейших действий, агент должен оценивать И прошлое, и будущее. Под прошлым подразумевается то, что агент воспринял и какие действия предпринял до текущего момента времени, а под будущим - чего он ожидает и что собирается делать потом. Для выбора оптимального действия в данный момент времени в общем случае необходимо использовать всю историю наблюдений и историю действий, предшествующую данному моменту.

Выбор агентом действия в любой данный момент может зависеть от всей перцептивной последовательности наблюдений вплоть до текущего момента; строго говоря, поведение агента описывается *функцией агента*. Функция, которая отображает ранее принятые агентом решения в виде совокупности пар «на-

блюдение — действие» в текущее действие, называется *стратегией агента*. Функция агента имеет внешнее проявление в виде предпринимаемых им действий и внутреннюю реализацию — *программу агента*. Если сможем найти такую функцию, то задача поиска оптимального решения на основе прошлого опыта будет решена.

Однако определение и реализация этой функции весьма проблематичны; сложная история может содержать большое количество пар наблюдений, которые могут меняться от одной задачи к другой. Более того, сохранение всех наблюдений требует очень большого объема памяти и, соответственно, приводит к росту сложности вычислений. Этот факт ведет к необходимости использования более простых стратегий. Например, агент может игнорировать всю историю наблюдений за исключением последнего. В этом случае стратегия отображает текущее восприятие агента в действие.

Агент, который отображает текущее восприятие в новое действие, называется *рефлексивным*, а его стратегию называют *реактивной*, или *стратегией без памяти*. В общем случае мы предполагаем, что предпочтение агентов определяются *функцией полезности*. Математическая трактовка «предпочтительных исходов», или полезности была впервые сформулирована Леоном Вальрасом (1898), улучшена Фрэнком Рэмси (1931) и позже Джоном фон Нейманом и Оскаром Моргенштерном в их книге «Теория игр и экономическое поведение» (1944).

Понятие действий, восприятий, целей, планов и убеждений связаны друг с другом циклом исполнения, который реализует принятие решений агентом. Цикл исполнения описывает, как взаимодействуют экземпляры этих понятий в процессе жизнедеятельности агента. Например, как восприятие модифицирует убеждение, которое, в свою очередь, воздействует на выбор агентом планов для достижения его целей. Этот цикл можно рассматривать в виде шагов, показанных на рис. 7.1.

Шаг 1. Обрабатываются события, в результате чего корректируется убеждение и генерируется непосредственное действие.

Шаг 2. Редактируются цели: генерируются новые цели, достигнутые или невозможные цели исключаются, расставляются приоритеты целей.

Шаг 3. Выбираются планы из библиотеки планов для достижения целей.

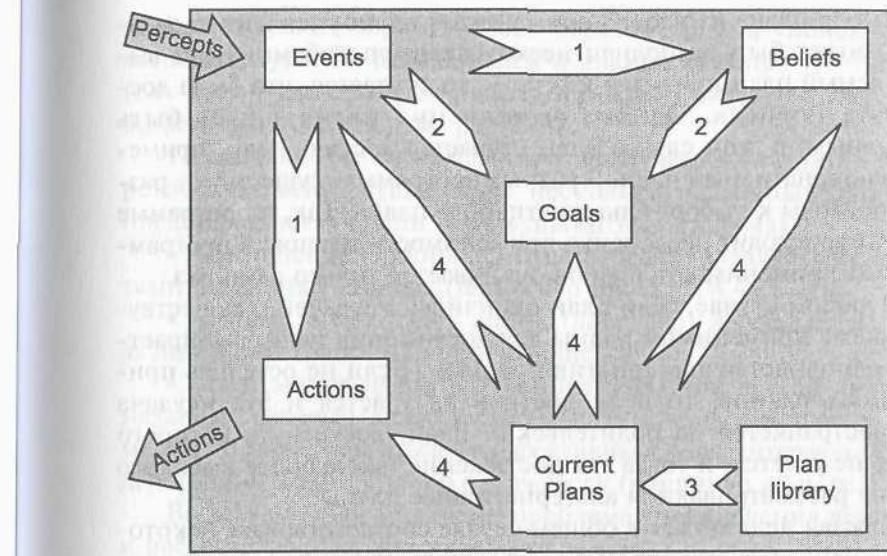


Рис. 7.1. Цикл исполнения, реализующий принятие решений агентом

Шаг 4. Шаги планов исполняются, что приводит к появлению новых событий, подцелей, изменению убеждений или действию.

Описанный цикл носит общий характер. Способ изменения убеждений агента по мере накопления опыта зависит от функций, выполняемых агентом, и среды, в которой он функционирует. Процесс обработки события или попытка достижения цели реализуется посредством следующих шагов.

Шаг 1. Определить релевантные планы из библиотеки планов.

Шаг 2. Выделить подмножество планов, которые являются применимыми.

Шаг 3. Выбрать один из применимых планов.

Шаг 4. Выполнить выбранный план.

План называется *релевантным*, если в его описании сказано, что он может достичь рассматриваемую цель. План называется *применимым*, если имеет смысл применить его в данной ситуации. Это определяется при помощи условий, которые содержатся в убеждениях агента и известны как *условия контекста*.

Выбор плана из набора применимых планов зависит от задачи и может быть выполнен несколькими способами. Если выполняемый план приводит к успеху, то считается, что была достигнута подцель. Однако выполнение плана может быть неудачным; в этом случае агент старается достичь цели, применяя альтернативный план. В разных программах существуют разные подходы к выбору альтернативного плана. Так, в программе JACK происходит переоценка применимости **планов**; в программе JAM применимость планов оценивается только один раз.

В любом случае, если план окончился неудачей и существуют другие применимые планы для достижения цели, выбирается и исполняется альтернативный план. Если не осталось применимых планов, то цели достичь не удается и эта неудача распространяется на родительский план, достигнуть которого также не удается, и тогда для достижения плана более высокого уровня рассматриваются альтернативные планы.

Каждая цель может в общем случае соответствовать некоторому количеству планов, которые можно применить, чтобы достичь ее. Каждый план может иметь некоторое количество подцелей, которые в свою очередь **могут** иметь некоторое множество применимых планов. Эту ситуацию можно отобразить при помощи дерева целей и планов (рис. 7.2.).

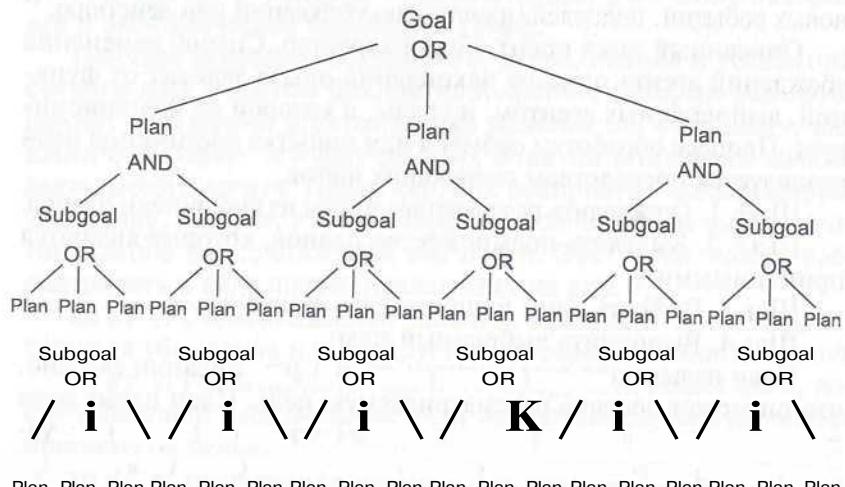


Рис. 7.2. Дерево целей и планов

Как видно из рис. 7.2., число ветвей дерева экспоненциально

плана и глубина дерева. Таким образом, задача «поиск оптимального пути» на дереве целей и планов является **NP-полной** (т.е. число альтернатив экспоненциально растет) и не имеет эффективного алгоритма решения.

Поскольку агенты в большинстве случаев действуют в дискретном времени, существуют несколько различных способов представления времени в мультиагентных системах:

- применение планировщика, который управляет активностями различных агентов (например проект **SWARM**);
- каждый агент имеет метод (действие) и условие для его активизации (например проект **Quicksilver**);
- агент может иметь внутренние часы или другой шаговый механизм, который управляет интервалами между действиями (этот механизм может оказаться неэффективным, если интервалы между действиями агента сильно отличаются (например день-год)).

Во всех случаях возникает проблема упорядочения действий и введения абсолютного времени.

Структура памяти агента. Подобно живому организму, агент обладает памятью, которая является важным элементом его устройства. Структура памяти агента приведена на рис. 7.3. Она включает память фактов и целей, составляющих быструю память, память образов (мироп), долгосрочную память, содержащую миры приобретенных знаний, память сценариев (быстрая память) и память результатов (быстрая память), а также генетическую память.

Координация. Как отмечалось выше, агент является социальной сущностью, т.е. он может вступать во взаимодействие с другими агентами. Рассмотрим задачу координации, т.е. как отдельное решение агента может повлиять на общее решение. Различающееся будущее мультиагентных систем фактически означает, что процесс принятия решения может быть распространенным. Это значит, что нет центрального агента, который контролирует, что делает каждый агент в каждый момент времени. Каждый агент сам решает, какое действие он совершит. Координация реализуется с помощью распределения агентов по ролям; т.е. агент, понимая, что он наиболее подходит для выполнения определенной роли, присваивает ее себе. Кроме того, может существовать заранее определенный набор правил, которыми должны руководствоваться агенты.

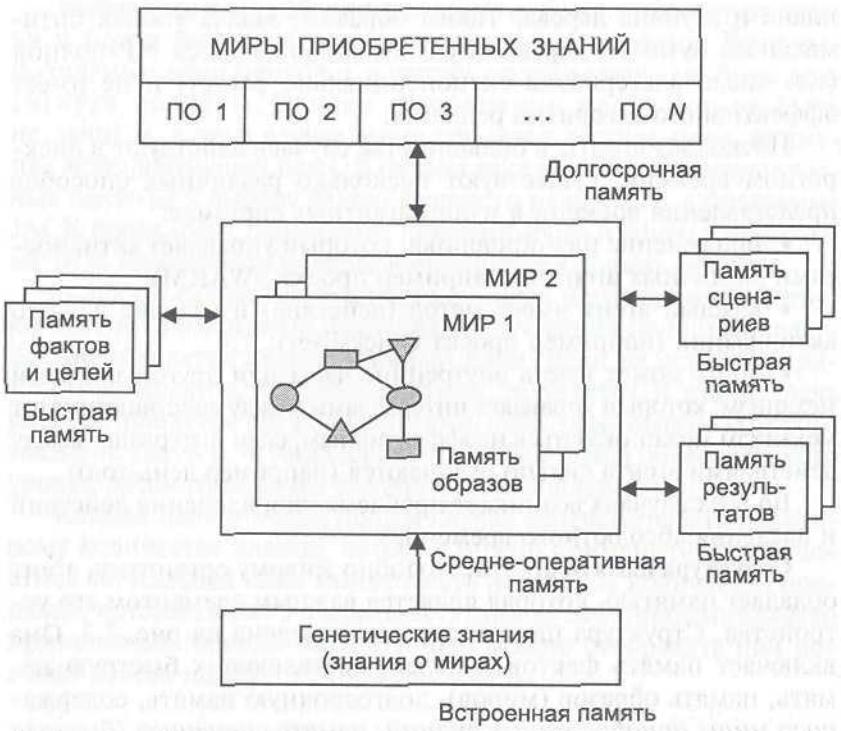


Рис. 7.3. Структура памяти агента

Рассмотрим мультиагентную систему, в которой агенты могут кооперироваться. Тот факт, что агенты объединяются для достижения общей цели, приводит нас к разработке алгоритма, подобного координационному алгоритму, в котором агенты стараются передать как можно больше информации о себе и вести себя по инструкции.

Коммуникация. Мультиагентное взаимодействие часто ассоциируется с некоторой формой общения. Мы используем общение в повседневной жизни для совместного решения задач, для того чтобы договариваться с другими или просто для обмена информацией с другими. Рассмотрим алгоритм взаимодействия агентов при обмене заданиями:

Шаг 1. Агент *A* посыпает запрос на выполнение определенного действия агенту *B*.

Шаг 2. Агент *B* может принять или отклонить запрос, основываясь на содержании запроса, его правил поведения и текущего ментального состояния.

Шаг 3. Тогда агент *B* отсылает сообщение агентуре указанием о принятии или отклонении запроса.

Шаг 4. Если агент *B* принимает запрос, то он соглашается попытаться по возможности выполнить действие из запроса в требуемый период времени.

Шаг 5. Агент *B* может поручить агенту *A* обратиться к базе данных.

Шаг 6. Агент *B* будет контролировать выполнение запроса и отсылать сообщение назад агенту *A* о том, были ли обязательства успешно приняты или наоборот отклонены.

Когда мы говорим о вычислительных агентах, общение между ними можно рассматривать как процедуру, состоящую из нескольких уровней. В числе этих уровней выделяют следующие:

- уровень приложений используется для решения стандартных мультиагентных задач, например, для координации или согласования;
- языковой уровень. Применяются соглашения и трансляторы, обеспечивающие понимание агентами друг друга, даже если они используют различные языки;
- транспортный уровень обеспечивает при помощи протоколов безопасную и своевременную передачу сообщений, передаваемых агентами друг другу.

Состояние мира характеризуется количеством агентов, их возможными действиями и выгодой агентов, если они вовлечены в стратегическую игру, и другими аспектами внешнего окружения. В таких случаях какой-то агент может быть дезактивирован в некоторых состояниях, если ему присвоена соответствующая роль.

Аналогично, если состояние мира частично обозреваемо для агентов, каждый агент обладает различными уровнями знания о настоящем состоянии мира. Формально можно описать коммуникацию рассмотрением каждой первообразной коммуникации как действия, которое обновляет знание агентов о состоянии. Наиболее общие типы процесса коммуникации (они используются, например, в правилах дорожного движения): информирующие, предупреждающие, подтверждающие, запрещающие и указывающие.

Каждый процесс коммуникации может повлиять на знания агентов по-разному. В то же время он может быть использован

для информирования о выборе действий агентом. Различные классы процессов коммуникации могут выполнять различные функции. Например, процесс коммуникации, выполняющий роль запрещения, может отменять деактивацию какого-то действия в отдельной ситуации. Указывающий процесс может проявляться в организованной группе агентов, в которой агент с большим авторитетом может давать команды другим агентам. Некоторые языки коммуникации агентов, направленные на стандартизацию процесса коммуникации, могут применяться среди нескольких агентов.

Каждое действие агента сопровождается изменением его знания о состоянии объекта, к которому это действие было применено. Рассмотрев множество возможных коммуникационных актов, агент должен задуматься над вопросом, какой акт использовать и кому передавать информацию. Телекоммуникационному акту обычно приписывается индикатор полезности. Но откуда берется это значение? Структурой, которая позволяет должным образом определить значение коммуникации, является Байесова игра. Эта модель является стратегической игрой с частичной обозреваемостью. Имеется некоторое количество агентов, множество состояний мира, различную для каждого агента функцию информации. Также предполагаем, что каждое попадание в состояние происходит с некоторой вероятностью, равной для всех агентов, и что это определяет стратегическую игру с соответствующим выигрышем. Таким образом, агенты могут вычислять значение всех возможных коммуникационных актов в некоторой ситуации и затем выбрать одну, у которой значение самое большое. На практике, однако, оптимальное решение о том, что передавать и кому, может потребовать больших вычислительных затрат, способных уменьшить возможност агента.

Преимуществом использования коммуникации является то, что больше не нужно пытаться угадывать действия других агентов. Путем коммуникации агенты могут определить способности друг друга и распределить роли в игре; однако в реальности это не всегда достижимо, например, в частично обозреваемом мире. Когда общение между агентами возможно, агенты сами вычисляют свои способности к той или иной роли, а затем посылают эту информацию остальным агентам.

Эффект эмерджентного интеллекта. *Интеллект* — это то, что отличает человека от компьютера, действующего строго по заложенной в него программе. Интеллект позволяет ориентироваться в сложной обстановке, иметь дело с нечетко поставленными задачами, адаптироваться к меняющимся условиям.

Решение в мультиагентной системе достигается за счет сотен и тысяч взаимодействий, которые почти невозможно отследить. Однако этого и не требуется, поскольку агентам дают цели, которые они должны достигать, по не определяют сценарии исполнения задач по достижению этих целей. Эти сценарии формируются и исполняются агентами самостоятельно. На каждом шаге агенты рассматривают входы системы и реагируют на непредсказуемые события (задержки, сбои, изменения). Реакция может быть самостоятельной или осуществляться во взаимодействии с оператором. Возникающий иногда при этом эффект «интеллектуального резонанса» часто называют «эффект толпы». Ключевая особенность эмерджентного интеллекта — динамика и непредсказуемость процесса принятия решений. Эмерджентный интеллект — это не есть какой-либо один новый и специально сконструированный уникальный «блок», добавленный к системе, напротив, это нечто (результат самоорганизации), возникающее за счет множества скрытых или явных условий, сложившихся в ситуации, спонтанно и в заранее неопределенный момент времени, и так же неожиданно исчезающее, но в процессе своего существования определяющим образом «правящее» работой всей системы.

Тут мы имеем дело с возникновением порядка из хаоса — одним из тех явлений, которые изучали и описывали Александр Богданов (теория организаций), Илья Пригожий (самоорганизация в физических системах), Марвин Минский (психология и теория мышления), Артур Кестлер (биология).

7.4. | Обработка информации и знаний в мультиагентных системах

Обработка информации в мультиагентной системе сопряжена с описанием моделируемой предметной области в виде совокупности предложений об отдельных различных объектах и этих элементах.

Обработка знаний агентами осуществляется по правилам математической логики, в частности раздела логики, который относится к описанию операций со знаниями. Могут быть использованы следующие системы аксиом и правил вывода:

PL. α , если α – логическое высказывание.

A1. $(k\alpha \& k(\alpha \supset \beta) \supset k\beta)$. Если агент знает, что имеет место α и что из α следует β , то он знает, что имеет место β (правило логического вывода).

A2. $k\alpha \supset \alpha$. Если агент знает α , это значит, что α имеет место (т.е. только истинные утверждения составляют знания).

A3. $k\alpha \supset kk\alpha$. Если агент знает α , то он знает, что он знает α .

A4. $\neg k\alpha \supset k\neg k\alpha$. Если агент не знает α , то он знает, что он не знает α .

MP. $\alpha, \alpha \supset \beta / \beta$. Если имеет место α , и из α следует β , то имеет место β .

RN. $\alpha/k\alpha$. Если имеет место α , то агент знает α (аксиома всезнающего агента).

Здесь выражение $k\alpha$ означает: агент знает, что имеет место α . Аксиомы PL и MP определяют совокупность логически истинных выражений; A1 утверждает, что знание агента замкнуто относительно правил вывода, A2 – что подлинное знание является истинным знанием; A3 и A4 описывают знания агента, о том, что он действительно знает или чего не знает.

Различные сочетания приведенных выше правил задают различные виды логики знаний. Например, условия {PL, A1, A2, MP, RN} образуют так называемую «систему Т» (или M). Условия для Т с аксиомой A3 задают модальную «систему S4»; Т с добавлением схемы аксиом A4 дают «систему S5». Иногда в мультиагентных системах используются более слабые формы аксиомы RN, а именно:

RR: $\alpha \supset \beta / k\alpha \supset k\beta$. Если из α следует β , то агент знает, что из α следует β .

RE: $\alpha \equiv \beta / k\alpha \equiv k\beta$. Если α тождественно β , то агент знает, что α тождественно β .

Однако у некоторых разработчиков они вызывают возражение, так как создают представление о всезнающем агенте, при том что в условиях ограниченности ресурсов это невозможно. В различных мультиагентных системах реализуются те или иные группы схем аксиомной обработки знаний:

1) группа А. В нее входят аксиомы A2, A3, A4, а также новая аксиома A5, которая читается следующим образом:

$k(k\alpha \supset \alpha)$ – агент знает, что подлинное знание является истинным;

2) группа В. В нее входят некоторые аксиомы, являющиеся расширением классических аксиом логики применительно к знаниям:

B1. $k\neg \neg \alpha \equiv \alpha$ – агент знает что отрицание отрицания α тождественно α ;

B2. $k(\alpha \& \beta) \equiv (k\alpha \& k\beta)$ – знание α и β тождественно знанию α и знанию β ;

B2a. $k(\alpha \& (\beta \vee \gamma)) \supset k((\alpha \& \beta) \vee \gamma)$;

B3. $k\alpha \supset k(\alpha \vee \beta)$;

B4. $k\beta \supset k(\alpha \vee \beta)$;

B5. $k\neg(\alpha \& \beta) \equiv k(\neg\alpha \vee \neg\beta)$;

B6. $k\neg(\alpha \& \beta) \equiv k(\neg\alpha \& \neg\beta)$.

Правилами вывода в логике знаний являются MP, а также RR и правило $k\alpha \supset k\gamma$ и $k\beta \supset k\gamma$ следует $k(\alpha \vee \beta) \supset k\gamma$. Как отмечалось выше, использование логики знаний предполагает наличие неограниченного объема памяти у агента. Реально в условиях ограничения памяти агент вынужден использовать не знания, а убеждения, веру или уверенность, которые, по существу, являются приближенными неточными знаниями. Для таких неточных знаний введем оператор BK и будем его рассматривать как «некто полагает, что знает, что α », где «некто» означает неопределенного, но фиксированного агента. Будем рассматривать не один оператор, а некоторое семейство операторов $\{BK_i : i \in I\}$, образующих систему BEL, которая определяется следующими схемами и правилами:

PL. γ , если γ – логическое утверждение;

B1. $BK_i \neg \neg \alpha \equiv BK_i \alpha$;

B2. $BK_i(\alpha \& \beta) \equiv BK_i \alpha \& BK_i \beta$;

B7. $BK_i \neg(\alpha \& \beta) \equiv BK_i \neg \alpha \vee BK_i \beta$;

B8. $BK_i \alpha \supset \neg BK_i \neg \alpha$.

MP. $\gamma, \gamma \supset \delta / \delta$.

Операторы знания (K_i) и заблуждения (E_i) можно ввести по определению:

$K_i \alpha =$ по определению $BK_i \alpha \& \alpha$;

$E_i \alpha =$ по определению $BK_i \alpha \& \neg \alpha$.

В системе BEL допускается противоречивость мнений – знаний субъектов, принадлежащих разным областям рассуждений, поскольку возможна истинность как $BK\alpha$, так и $BK_i \neg \alpha$, где $i \neq j$. В системе BEL выполняется требование истинности знания, т.е. схема A2 соблюдается по определению оператора k :

$$A2. k\alpha \supset \alpha.$$

Так же выполняется замкнутость относительно импликации, схема A1:

$$A1. (k\alpha \& k(\alpha \supset \beta)) \supset k\beta.$$

В системе BEL выполняется аксиома:

$$(BK\alpha \& BK(\alpha \supset \beta)) \supset BK\beta.$$

В то же время не выполняются следующие правила вывода:
 $BK\alpha \supset BK BK\alpha$;
 $RN: \alpha / BK\alpha$;
 $RR: (\alpha \supset \beta) / BK\alpha \supset BK\beta$;
 $RE: \alpha \equiv \beta / BK\alpha \equiv BK\beta$.

Агент может пониматься как метаобъект, наделенный некоторой долей субъективности, т.е. способный манипулировать другими объектами, создавать и уничтожать их, а также имеющий развитые средства, изменяющие их состояния. Пусть имеется конечное или счетное множество агентов $a_q \in \{A\}$, $q = 1, 2, \dots, N$. В простейшем случае агента можно рассматривать как функцию, которая отображает последовательности состояний среды в действия (D):

$$action: S^* \rightarrow D.$$

Действие агента изменяет состояние среды, причем функция сопоставляет каждой паре (текущее состояние среды, действие агента) множество состояний среды $env(s, a)$, которые являются результатом выполнения действий в D в состоянии S :

$$env: S \times D \rightarrow 2^S,$$

Агент имеет множество информационных (перцептуальных) данных $\sigma \in \Sigma$, получаемых в результате отображения:

$$see: S \rightarrow \Sigma.$$

Перцептуальные состояния в смысле определения информационной системы можно рассматривать как элементарные информационные объекты (константы базы данных). Агент обладает знаниями, т.е. совокупностью высказываний, утверждений об объектах и связях внешней среды. Возникают классы (эквивалентности) состояний, характеризуемых совокупностью высказываний, истинных в этом состоянии которые называются *ситуациями* или *глобальными состояниями*. Для агента эти состояния (или области) неразличимы, если их описания одинаковы. Мы обозначим p совокупность утверждений, выполняющихся в множестве глобальных состояний S , а само это глобальное состояние – S_p . Действия агента могут изменять как состояние среды, так и ментальные состояния агента. Совокупность непротиворечивых предложений, известных агенту и описывающих среду, назовем информационной моделью среды агента, или ментальным состоянием $u \in U$.

Ситуации упорядочиваются, считается, что $S \subseteq S'$ тогда и только тогда, когда каждая формула, истинная в S , истинна также в S' . Далее вводится понятие *возможного мира*, как множество ситуаций, в которых истинными является то или иное подмножество высказываний. Состояния могут принадлежать разным типам. Постулируется наличие операторов или классов операторов, таких что операторы класса $protocol_{\phi\psi}$ позволяют перевесить ситуацию S_1 типа ϕ в ситуацию S_2 типа ψ .

Порядок использования методов определяется протоколом:

$$\forall \phi \forall \psi \exists protocol_{\phi\psi} : (\Sigma \times S \times \Delta) \rightarrow D_{\phi\psi},$$

$$next: (\Sigma \times U) \rightarrow U,$$

$$see: S \rightarrow \Sigma,$$

$$env: S \times D \rightarrow 2^S.$$

где D – множество условий или моделей, определяющих выбор.

Протокол может относиться не к конкретной ситуации, а к классу ситуаций. Протокол ограничен миссией, которая отбрасывает некоторые варианты действия как недопустимые. Есть и другие ограничения, зависящие от действия и ситуации и норм права, в частности, протокол определяет полномочия агента действовать в данном классе ситуаций. Протокол, определяющий класс ситуаций, в которых применимо данное действие может быть записан следующим образом:

$$next: (Ex U) \rightarrow U,$$

$$\forall s' \exists K(s' \in Ks = \text{env}(s', d_{\varphi\psi})).$$

Мы говорим, что агент знает p в S_p по отношению к U , и записываем $K_{a_i}^U p$, если $\forall s' \in U (s'_i = s) \supset (s \in S_p)$. Агент знает p , если $S_p \subseteq U$. Такое определение знания рассматривает знание как соответствие между внутренним состоянием знания и состоянием среды. Если действие изменяет информационное состояние агента, его называют *операцией тестирования*. Для получения знания агент может осуществить некоторый тест или акт; при этом для каждого предложения предполагается, что существует разбиение ментальных состояний агента на три части:

- 1) $S_p^+ - a_i$ знает, что p ;
- 2) $S_p^- - a_i$ знает, что $\neg p$;
- 3) $S_p^? - a_i$ не знает p или $\neg p$.

Упорядочение действий во времени образует траекторию $T_r \subseteq S \times T$, где T – множество моментов времени. Если множество моментов времени относится к прошлому, это история, если к будущему – план. *Стратегия* – история последовательности состояний и решений в прошлом, будущем $R_A \subset 2^{S \times S \times D}$. Стратегию можно представить в виде последовательности действий:

$$h : \{\forall i \in N, d_i = \text{protocol}(\Sigma, \Delta, s_0, s_1, s_2, \dots)\},$$

причем каждое новое состояние получено из предыдущего в результате применения выбранных действий:

$$\{\forall i \in N, i > 0, s_i \in \text{env}(s_0, s_1, s_2, \dots)\}.$$

Агент использует протокол как систему правил для принятия решений; каждое правило содержит описание класса ситуаций, в которых оно применимо.

7.5. Разработка агентом сценариев будущего

Динамическая проблема решения в общих чертах может быть описана в терминах поиска агентом оптимального плана. План состоит из цели (подмножество состояний с наи-

высшими значениями полезности) и последовательности решений $P = \{S \setminus J (Sx 7)^*\}$, принятых для достижения цели и исходов, связанных с этими решениями. Здесь S – множество состояний, $(Sx 7)^*$ – транзитивное замыкание множества пар (s, t) , где t – момент времени; $/ \in T$.

Существуют вероятность и полезность, связанные с каждым исходом и агент выбирает акты решений, которые максимизируют ожидаемую полезность. Проблема решения нахождения оптимального плана может быть описана как динамическая задача максимизации, имеющая следующую структуру решения:

$\text{Max } Z, EU(D(t), S(I))$ при условии $S(t + 1) = R(D(t), S(t))$, где переменные и основные черты проблемы решения состоят в следующем:

- $D(t)$: пространство решений в момент t или конечное пространство потенциальных актов. Агент может выбрать специфический акт $\{d(l)\}$ из множества k возможных актов решений $\mathcal{D}(?) = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}$,
 - $S(t)$ – пространство состояний в момент t . Конечное пространство исходов мира: $S(t) = \{s(i), s(t)_1, \dots, s(t)_j, \dots, S(0)\}$,
 - функция полезности в пространстве состояний $S(t)$. Каждому решению $d(t)_i$ приписывает полезность $\pi(d(t)_i, 40)$ каждого возможного исхода (перехода) с момент t ,
 - $P(s(t)/d(t))$: вероятность перехода в состояние $s(t)$ при условии решения $d(t)$. Для каждого решения $d(t)$ ЛПТ прямо или косвенно приписывает меру совместного распределения вероятностей;
 - $R(D(t), S(t))$: правила перехода. Множество правил, которые переводят пару состояния, решение в новое состояние $(S(t) \times D(t)) \rightarrow S(t+1)$;
 - $EU(t)$: ожидаемая полезность в момент t . Для каждого решения и всех исходов в момент t связанная с ними полезность умножается на соответствующие условные вероятности.
- $$E\pi = \sum_{d(t)} P(d(t)) \sum_{s(t)} EU(d(t), s(t))$$

Агент, обращаясь к базе знаний, генерирует множество возможных структур решения и затем испытывает эти структуры, чтобы найти ту, которая обеспечивает наилучшие результаты при ограниченных ресурсах. Агент применяет *обучение*, под которым мы понимаем любое изменение базы знаний, которое позволяет агенту достичь большей общей полезности в тот же интервал времени.

Программа обучения должна обладать некоторыми возможностями обобщения, что позволяет увеличить полезность при рассмотрении аналогичных проблем решения. В процессе обучения агент действует одним из следующих способов:

1) обучается событиям или узлам сети. В базе знаний хранится большое количество фактов, но только некоторые из них релевантны рассматриваемой ситуации. Обучение заключается в выделении подмножества фактов (утверждений), релевантных ситуаций;

2) обучается дугам байесовской причинной сети, т.е. производит выделение подграфа, релевантного проблеме;

3) обучается параметрам. Это обучение заключается в том, что агент не может и не знает, какие количественные характеристики следует ввести о проблеме, в том числе и данные о предпочтениях (полезности). Агент рассматривает укрупненное или качественное описание проблемы, находит прототип в базе знаний и делает в новой структуре оценки недостающих или пропущенных параметров, опираясь на аналогию с другими примерами.

Определим объединение множества актов решения и множество исходов как множество событий. Состояние, в котором находится в данный момент система, назовем *действительным миром агента*. Совокупность возможных состояний, в которые система переходит в результате событий, называется *возможными мирами*.

Пусть $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ - множество предложений, описывающих события в момент t . Определим предложение как истинное к возможному миру, если он интерпретируется как истинное, используя интерпретацию, связанную с возможным миром.

Определим множество возможных миров в момент / как 2^P . Каждое подмножество дописывает возможный мир $I^{\wedge}O$, в момент времени t и каждая возможная комбинация событий представлена в некотором возможном мире.

Множество возможных миров в момент t задается двоичной матрицей $W = \{W(i)\}_{i=1}^n$, где i -й столбец соответствует i -му событию и j -я строка представляет j -й возможный мир. События, которые являются истинными в i -м возможном мире, представлены единицами в соответствующем столбце в строке j .

Проблема генерирования множества возможных миров и идентификация ближайшего к действительному миру агента является проблемой экспоненциальной сложности. В случае m событий число возможных миров в момент / равно 2^m . Но это еще не включает переходов от возможных миров в $W(t)$ в возможным мирам в $W(t+1)$. В этом и заключается проблема обучения правилам перехода.

Пусть $d(t)_i$ — акт решения, который агент может решить выполнить. Предположим, что принятие решения и имплементация выполняются одновременно. Определим *мир решения* как возможный мир, который существует до текущего момента и который до некоторой степени походит на тот на мир, в котором агент принял решение выполнить $d(t)_i$ в момент t . Пусть $dW(f)_i^*$ — мир решения, который в момент / является ближайшим миром к реальному миру. Агент принял решение, которое максимизирует его оценку полезности, основанную на его предсказании возможных миров, которые являются достижимыми из множества миров решения.

Вследствие недостатка информации о реальном мире и ограниченных вычислительных ресурсах, будет существовать не один возможный мир, а много.

Пусть агент генерирует матрицу возможных миров в момент $t+1$. Определим отношение перехода $r(dW(f)_i^*, W(t+1))$ между ближайшим миром решения в момент t и i -и подмножеством возможных миров $W(t+1)_i$, в которое $dW(f)_i^*$ могут быть переведены. Обозначим возможный мир, ближайший к действительному миру, проистекающему из $dW(f)_i^*$ — (это тот мир, который агент принимает за реальный), как $W(t+1)_i$.

Если бы вселенная была детерминированной, агент овладел бы совершенной информацией и был всезнающим, тогда он знал бы отношение $r(dW(t)_i^*, W(t+1)_i)$. Ограниченнные ресурсы и несовершенная информация заставляют агента довольствоваться обобщением $W(t+1)_i^*$, представленным некоторым подмножеством возможных миров из $iV(t+1)$.

Для того чтобы бороться с экспоненциальным ростом сложности задачи, мы должны постараться ограничиться только малым подмножеством возможных миров и отношений перехода. Один из возможных подходов заключается в анализе причинных зависимостей. С этой целью могут быть использованы абдуктивные выводы, пытаясь объяснить, почему наступило то или

иное решение. Абдуктивные выводы по отношению и проблеме решения можно описать как поиск наиболее вероятного мира решений $dW(t-1)$, из множества возможных миров \mathcal{W}_{t-1} при условии наличия данных $W(t)$. Когда дана проблемная ситуация в момент t , агент должен понять причины и условия в момент $t-1$, для того чтобы принять решение, максимизирующее полезность в момент $t+1$.

Множество действий, доступных агенту в данной ситуации, может быть представлено переменной или группой переменных. Выбирая действия, агент оценивает последствия своего выбора. Для каждого состояния s множества S , $seStAU$ принимаем меру полезности $U(s)$, представляющую степень желательности; тогда общая ожидаемая полезность, связанная с действием d , определяется $U(d) = \sum_s U(s)P(s/d,x)$, где $P(s/d,x)$ — распределение вероятностей действий d при условии состояния s и наблюдаемых данных x .

Решение агентом принимается на основе максимума ожидаемой полезности. Последствия действий являются состояниями, и они описываются совокупностью истинных в них утверждений.

7.6. Агенты на рынке

Принятие агентом решения на основе функции полезности. В общем случае мы предполагаем, что предпочтение агентов определяются функцией полезности. Эта функция осуществляет отображение из пространства состояний мира или исходов игры в множество действительных чисел. Более того, если S — множество состояний мира, которое агент способен воспринимать, тогда функция полезности $-i$ -го агента имеет вид;

$$U_i : S \rightarrow R.$$

Если задана функция полезности агента, мы можем определить упорядочение по предпочтениям для агента состояний мира. Сравнивая функции полезностей двух состояний, мы можем определить какое из них предпочитает другому агент.

Функция предпочтений имеет следующие свойства:

- рефлексивность:

$$U_i(S) \geq U_i(S);$$

- транзитивность:

если $U_i(a) \geq U_i(b)$ и $U_i(b) \geq U_i(c)$, тогда $U_i(a) \geq U_i(c)$;

- сравнимость:

$\forall a, b$ либо $U_i(a) \geq U_i(b)$, либо $U_i(b) \geq U_i(a)$.

- транзитивность:

если $V_i(a) > V_i(b)$ и $V_i(b) > V_i(c)$, тогда $V_i(a) > V_i(c)$;

- сравнимость:

$\exists a, b$ либо $U_i(a) > U_i(b)$, либо $U_i(b) > U_i(a)$.

Можно применять функцию полезности, чтобы описать поведение почти каждого (любого) агента. Функция полезности необходима также для описания дохода, который получает агент, а также ценность или ожидаемую ценность его действий. После того как мы определим функцию полезности для всех агентов, последние должны предпринимать действия, которые максимизируют их полезность. Как и в экономике, мы используем термин «эгоистичный», который относится к рациональным агентам, максимизирующим свою полезность. В мультиагентных системах этот термин не несет такого оттенка, что один агент стремится нанести ущерб другим. Мы используем функцию полезности в качестве способа описания поведения агента.

Несмотря на то что полезность представляет предпочтения агента, ее необязательно отождествлять с деньгами. В действительности было установлено, что полезность денег является, примерно, логарифмической функцией от их количества. Тот факт, что люди не полностью рациональны, когда они делают выбор относительно денег, делает важным то обстоятельство, что мы начинаем думать о создании агентов, которые будут покупать, продавать или вести переговоры с людьми. Разумно предположить, что в этих системах люди будут требовать, чтобы агенты вели себя так же, как люди. В противном случае агенты будут принимать решения, с которыми люди могут быть не согласны.

Имея функцию полезности, необходимо определить, как агенты будут ее использовать. Предположим, что агент знает вероятность достижения состояния L при условии, что он находится в состоянии S и предпринимает действие a ; эта вероятность определяется соотношением $T(S,a,L)$, которое мы назовем функцией переходов. Стоит заметить, что функция переходов $T(S,a,L)$ вращает вероятность, следовательно:

Используя функцию переходов, мы можем вычислить ожидаемую полезность действия a в состоянии S следующим образом:

$$E[U_i, S, a] = \sum_{S' \in S} T(S, a, S') U_i(S'),$$

где S – множество всех возможных состояний.

Агент может использовать функцию ожидаемой полезности для определения приращения информации, которую он может приобрести. В этом случае агент может сравнить ожидаемую полезность, которую он мог бы получить в старом состоянии, с тем, что он может получить в новом состоянии, т.е. ценность полученной им порции информации составляет:

$$E[U_i, t, \pi_i(t)] - [U_i, \pi_i(S)]$$

Ценность порции информации равна ожидаемой полезности, которую агент получает сейчас, когда он знает, что находится в состоянии Γ и предпринимает соответствующее действие, минус полезность, которую он получил бы, если бы ошибочно полагал, что находится в состоянии S и предпримет соответствующее действие. Агент может использовать это соотношение, чтобы играть в игру «что если» для определения своего наилучшего действия.

7.7. Обучение агентов

Очень популярная техника обучения агентов – это алгоритм с поощрением. Например, алгоритм Q-learning. Обучение с поощрением предполагает, что агент живет в Марковском процессе и получает поощрение в некоторых состояниях. Надо найти правильное действие с целью получения максимального дисконтированного будущего дохода агента.

Более формально можно определить алгоритм как проблему поиска оптимального решения на графе посредством обучения с поощрением, в которой поощрения связаны с изменением весов ребер, а не вершин; т.е. функция поощрения задается в виде $r(S, a) \rightarrow R$. Алгоритм обучения с поощрением должен ис-

пользовать последовательность поощрений (политику), которая максимизирует будущий дисконтированный доход. В Q-learning-алгоритме вместо полезностей состояния для агента $V(s)$ считаются величины полезности действия a в состоянии мира s $Q(a, s)$. Эти величины тоже вначале полагаются случайными, а потом сходятся к некоторым значениям в ходе итераций корректировки значения $Q(a, s)$ после каждого действия агента в процессе обучения.

Алгоритм Q-обучения (Q-learning):

Шаг 1. $V, V_f, f(j, a) \leftarrow O; X \leftarrow I; e \leftarrow I$.

Шаг 2. S -текущее состояние.

Шаг 3. IF $RAN() < \epsilon$ – поиск.

Шаг 4. THEN $a \leftarrow$ случайный выбор решения.

Шаг 5. ELSE $a^* \leftarrow \arg\max_a Q(X(s, a))$.

Шаг 6. Выполнить действие a .

Шаг 7. Получить вознаграждение r .

Шаг 8. S' - текущее состояние.

Шаг 9. $Q(s, a) \leftarrow X(r + \gamma \max_{a'} Q(s', a')) \lambda \leftarrow 0,99\lambda$,
а X – это доля, на которую мы позволяем каждому присвоению изменять значение $Q(s, a)$.

Шаг 10. $e \leftarrow 0,998e$.

Шаг 11. go to 2.

Модель формирования равновесной цены. Торговая стратегия. Агенты-покупатели и агенты-продавцы выходят на рынок, чтобы торговать товарами и услугами. Агенты-покупатели заявляют bid на покупку товара по данной цене, агенты-продавцы делают предложение на продажу товара по данной цене. Рынок имеет определенный механизм, который определяет, каким образом циркулируют заявки на покупку и продажу и электронной системе коммуникаций и как и производится обмен сообщениями между агентами.

Будем различать два основных вида сообщений:

- bid — сообщение, содержащее информацию о том, за какую цену согласен приобрести товар покупатель;
- ask — сообщение, содержащее информацию о том, за какую цену согласен продать товар продавец.

Существуют различные виды аукционов, которые позволяют покупателям и продавцам определить позиции относительно цены сделки.

Если товар предлагается по данной цене, покупатели на рынке готовы приобрести определенное количество этого товара. Эта величина называется количеством запрашиваемого по данной цене товара — *объемом спроса*. Чем выше цена товара, тем меньше объем (уровень) спроса. Если мы начертим график объема спроса в зависимости от цены, то получим плавно спадающую кривую спроса; аналогичным образом, если товар приобретается по данной цене, продавец может продать некоторое количество этих товаров. Количество товара, предлагаемое по данной цене, увеличивается по мере роста цены (рис. 7.4), соответствующая кривая поднимается вверх. Цена, определяемая пересечением кривых спроса и предложения — это точка, где спрос и предложение равны. Следовательно, все участники рынка, желающие заключить сделку по данной цене могут это осуществить. Эта цена определяется как равновесная цена P_0 и количество товара, продаваемого по данной цене — это равновесное количество Q_0 .

Если торги имеют место при цене ниже равновесной цены, тогда объем спроса Q_d больше, чем объем предложения. Избыточный спрос определяется отношением:

$$Q_{exdem} = Q_d - Q_s$$

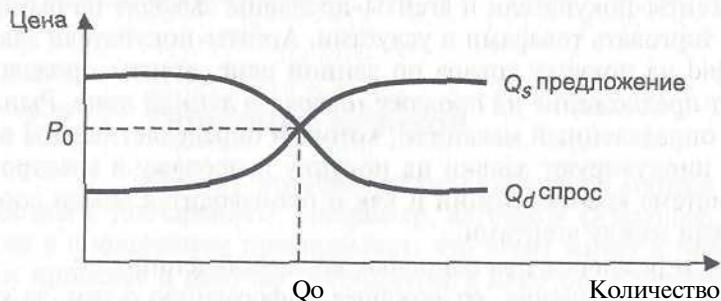


Рис. 7.4. Спрос и предложение

В этом случае естественно для покупателя повысить bid, чтобы обеспечить заключение сделки. Аналогично, если существует избыточное предложение, естественное для продавца снизить цену, чтобы обеспечить заключение сделки с покупателем. Та-

ким образом, если $Q_s - Q_d > 0$, то имеет место избыточное предложение.

Автоматический процесс корректировки цены в процессе автоматических торгов агентов определяется как итерационный процесс в виде разностного соотношения:

$$p_{t+1} = p_t + \alpha(Q_d - Q_s), \quad 0 \leq \alpha \leq 1.$$

Этот процесс сходится к равновесной цене. Коэффициент α , определяющий скорость сходимости, выбирается следующим образом:

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - p_e)^2 / n}}{p_e} \quad \text{— стандартное отношение фактической}$$

цены торгов в долях от равновесной цены, p_e — равновесная цена.

Процедуры торгов в мультиагентной системе. Аукционы — общий и простой способ решения задачи размещения ресурсов в мультиагентной модели (рис. 7.5). Медиатором торгов является Центральный аукционер. Агенты могут выразить, насколько им необходим товар, посредством своего bid, и центральный аукционер может сделать размещение, основанное на этих bid.



Рис. 7.5. Схема аукциона

Обозначим $v_i(S)$ полезность, которую агент получает в состоянии S . Аналогично, если S — продукт или множество продуктов на продажу, мы можем сказать, что $v_i(\$)$ — цена, которую i приписывает S . Предположим, что эта цена выражается в общей валюте; тогда, $v_i(\$)$ становится максимальным количеством денег, которое агент i готов заплатить за S .

В простейшем случае оценочная функция отражает полезность агента от обладания данным продуктом. Тогда мы говорим, что агент имеет приватную функцию оценки. С другой стороны, существуют продукты, которые не могут быть потреблены и не удовлетворяют никакой непосредственной полезности, но вес имеют ценность перепродажи. Классический пример — акции. Приобретая акции некоторой компании, покупатель ничего не делает с ними за исключением продажи, и тогда оценка этих акций зависит от величины других факторов, которые известны как *функция общего значения*. Факторы, от которых зависит оценка, могут быть коррелированы.

Виды аукционов. Существуют ситуации, когда имеется большое количество агентов и есть единственная вещь, в отношении которой им необходимо вести переговоры о цене. В этих случаях имеет смысл использовать аукционы.

Наиболее общим из всех аукционов является *английский аукцион с объявлением начальной цены* с последующим ее нарастанием. Этот стандарт используется во многих аукционных домах, когда аукционер поднимает цену по мере того, как участники выкрикивают более высокие ставки. Как только повышение ставок прекращается, лицо, назвавшее наибольшую цену, платит ее и получает продукт. Эти аукционы иногда имеют начальную, так называемую резервную цену (*reservation price*), ниже которой продавец не согласен продавать. В английском аукционе общие или коррелированные значения страдают от курса выигравшего. Например, когда покупатель приобретает акцию на английском аукционе, он платит больше, чем кто-то из желавших приобрести данный вид ценной бумаги. В этом случае цена его акции будет меньше, чем он заплатил.

Второй тип аукциона — *первая цена в запечатанном конверте* — заключается в том, что каждый участник помещает свою ставку в запечатанный конверт, который передает акционеру для выбора наибольшей цены. Победитель должен заплатить цену, указанную в его конверте. Эти аукционы имеют доминантную стра-

тегию. Наилучшая стратегия покупателя — разузнать ставки других участников, чтобы, оценив ситуацию, заявить немного большую цену. Такие аукционы могут быть неэффективны, поскольку в результате выигрывает более ловкий игрок.

Датский аукцион с объявлением первоначальной цены и последующим непрерывным ее снижением. В этом аукционе продавец непрерывно снижает цену, пока покупатель не объявит о согласии купить по текущей цене. Анализ показывает, что в данном виде аукциона отсутствует доминантная стратегия. Однако он имеет то преимущество, что скорость аукциона можно регулировать шагом снижения цены.

Двойной аукцион — это способ продажи нескольких единиц одного и того же товара. Данный вид аукциона используется, в основном, на рынках ценных бумаг. Каждый участник помещает приказ на покупку или продажу по определенной цене для некоторого числа экземпляров товара (число акций на рынке ценных бумаг). Когда собраны все приказы, наступает время очистить аукцион. Существует много различных способов очистки двойного аукциона. Например, сравнение пар приказов покупка — продажа. Однако сравнивать пары можно разными способами, и не ясно, какой из способов лучше.

Одной из метрик, которую мы желаем максимизировать или минимизировать, является количеством избыточного дохода, известного трейдерам как *спред*, т.е. сумма разностей между ценами покупки и продажи. На некоторых аукционах этот избыток остается у аукционера, который старается максимизировать его. Другой способ — это использовать суммарный спред для очистки большего числа приказов.

Эксперименты с мультиагентными моделями финансовых рынков

8.1.

Мультиагентная имитационная модель активной рыночной системы

Модель децентрализованных рынков. Модель децентрализованных рынков определяется следующими правилами:

- обмен инициализируется агентами, которые транслируют сообщения, показывающие их интерес в торговле;
- торговля совершается через двусторонние сделки между парами агентов;
- агенты используют информацию от предыдущих попыток своей локальной торговли для вычисления их поисковых стратегий.

Представим себе популяцию взаимодействующих агентов, которые одновременно являются и потребителями и производителями, работающими на самоорганизующейся фирме и обладающими финансовыми активами на искусственном рынке ценных бумаг.

В модели искусственного рынка популяция агентов постоянно размещает и переразмещает свои ресурсы во времени среди безрисковых активов. Каждый агент имеет индивидуальную функцию предсказания, определяемую в зависимости от типа агента: часть агентов использует только фундаментальные характеристики рынка, так называемые *фундаменталистские трейдеры*; другие агенты ищут паттерны в ценовых временных рядах и в меньшей степени пользуются фундаментальными характеристиками, они называются *техническими трейдерами*.

Агенты в такой модели рассматриваются как адаптивные, не рациональные, и агент не имеет возможности вычислить равновесную цену, базируясь на гипотезе рациональных ожиданий (*rational expectations equilibrium - REE*). Эти модели могут де-

монстрировать поведение, лишь приблизительно соответствующее данной гипотезе. Поведение ориентированных на агентный подход моделей финансового рынка является результатом совместной эволюции трейдинговых стратегий агентов, с цепями, характеризуемыми многими базирующимися на эмпирических положениях, таких как «толстые хвосты» функций распределения доходов¹, кластерная волатильность, долговременная корреляция абсолютных значений и так далее, а также корреляция — объем — волатильность.

Потребительская часть модели заключается в следующем: агенты обучаются регулированию отношения накоплений к потреблению, имитируя их взаимодействие (*peers*). В этой модели доходы являются стохастичными, так что процесс имитации приводит к полностью шумовой динамике и к поведению, которое значительно отличается от оптимального. В такой модели возможно социальное взаимодействие в потреблении.

Мультиагентная имитационная модель активной рыночной системы позволяет путем воспроизведения динамического взаимодействия интеллектуальных агентов выявить оптимальные стратегии их поведения в разрешении конфликтных ситуаций и стабилизации рынка. Характерным примером является конфликтная рыночная ситуация с конкурирующими фирмами — производителями товаров в условиях противодействия. В этом случае моделирование поведения каждого активного элемента связано с выбором стратегии ценообразования с учетом параметров состояния и стратегий других конкурентов, отражающих общий уровень спроса и предложений, среднюю цену предложений, общий объем продаж и товарооборот, объем индивидуальных поставок, себестоимость, исходную и текущую цену продукта, долю рынка, прибыль от единицы продукции, персональные характеристики агента, неценовые факторы (вид и качество товара, условия доставки и хранения, срок годности и др.), факторы предпочтения и т.п.

Агентно-ориентированная имитационная модель реализована в универсальной имитационной системе Simplex3, предоставляющей среду экспериментирования с обработкой результатов.

¹ Функции распределения, вероятности появления в которых для больших значений случайной переменной существенно превышают вероятности нормального распределения, называются *функциями распределения, имеющими толстые хвосты*.

тов имитации и компонентно-ориентированный язык описания моделей — Model Description Language (Simplex-MDL).

Модель системы составляется из базисных MDL-компонентов, описывающих состояние и динамику поведения элементов системы, организационных компонентов, задающих структуру взаимосвязей между базисными компонентами, и мобильных компонентов — для описания сообщений, размещаемых в накопительных массивах и образующих очереди на обслуживание. Описание базисных компонентов включает разделы переменных состояния и динамики поведения агентов в виде алгебраических и дифференциальных уравнений, временных и условных событий, описывающих суть конфликта.

Продавцы и покупатели представлены в виде массивов базисных компонентов, соответственно, классов Seller и Buyer. Диалог между компонентами осуществляется через мобильный компонент Dialog, содержащий сообщения переговорного процесса, и базисный компонент Connect, направляющий сообщения Dialog конкретному получателю (продавцу или покупателю). Базисные компоненты объединяются в мультиагентную модель компонентом верхнего уровня Market в следующем MDL-описании:

```
HIGH LEVEL COMPONENT Market
SUBCOMPONENTS
ARRAY [16] Buyer, ARRAY [2] Seller, Connect
COMPONENT CONNECTIONS
Buyer{ALL j}.Buy -> Connect.Buys[j];
Seller{ALL i}.Sell -> Connect.Sells[i];
Connect.SellB{ALL j} -> Buyer[j].Sell;
Connect.BuySI{ALL i} -> Seller[i].Buy;
Seller{ALL i}.P -> Buyer{ALL}.P[i];
Seller{ALL i}.U -> Buyer{ALL}.U[i];
Seller{ALL i}.Z{ALL j} -> Buyer{ALL}.Z[i][j];
INITIALIZE
Buyer{j OF 1..16}.NumB := j;
Seller{i OF 1..2}.NumS := i;
END OF Market
```

При описании связей между компонентами в разделе COMPONENT CONNECTIONS в левой части указывается базисный компонент и экспортруемая переменная, а в правой — базисный компонент с сенсорной импортируемой переменной.

Так, все элементы компонента Buyer передают из накопительного массива Buy сообщения в соответствующий массив Buys базисного компонента Connect: Buyer.Buy ~> Connect.Buys, а компонент Seller из своего накопительного массива Sell передают мобильные компоненты соответствующему массиву Sells компонента Connect: Seller.Sell —> Connect.Sells и обратно.

Наряду с этим базисный компонент Seller передает значение цены P , объем предложений Ui значения факторов предложения ARRAY ZB базисный компонент Buyer. События маркетингового периода составляют фазу транзакции с выбором покупателями продавца и совершением покупки и фазу ценообразования с подведением итогов предыдущего периода и определением цены на следующий период. Мультиагентная модель конфликтной ситуации представляет воспроизведение переходного процесса движения к согласию и разрешению конфликта путем имитации тактического взаимодействия его участников в заданной среде.

Алгоритм переговорного процесса в транзактивной фазе включает цикл перебора конфликтующих элементов $j = 1, \dots, m$ с выбором переговорного партнера по критерию выбора или предпочтения и разыгрыванием согласия или отказа j -го агента, с одной стороны, от предложений (j -го агента $j = 1, \dots, n$, с другой, конфликтующей стороны.

При взаимных уступках в переговорном процессе стороны все более склоняются к согласию, так что на каждом следующем шаге переговоров вероятность согласия увеличивается на определенную величину. При достижении согласия на том или ином этапе следует разрешение конфликта. Моделирование поведения продавцов-конкурентов в фазе ценообразования связано со стратегиями эластичного ценообразования и в простейшем случае по завершению транзактивной фазы сводится к определению агентом-продавцом новой иены по формуле

$$p_i^k = p_i^{k-1} + \frac{p_i^{k-1} - p_i^{k-2}}{v_i^{k-1} - v_i^{k-2}} (u_i^{k-1} - v_i^{k-1}); i = \overline{1, n},$$

где p_i^k , p_i^{k-1} , p_i^{k-2} — текущая цена k -го периода имитации, и цены за $k-1$ -го и $k-2$ -го периода соответственно i -го продавца;

v_i^{k-1}, v_i^{k-2} — спрос покупателей за $k-1$ -го и $k-2$ -го периода соответственно у i -го продавца;

u_i^{k-1} — предложение i -го продавца за предыдущий период.

Сравнивая значения функции отклика в различных точках факторного пространства, например в цене и предложении, агент оценивает предпочтительное направление желательного смещения рабочей точки к оптимуму. В общем случае многомерное факторное пространство наряду с ценой и объемом предложений может включать все множество характеристик конкурентов и среды как, например, текущая доля рынка, объем продаж, доставка, реклама, качество и т.д. Стратегия каждого продавца сводится к решению на очередном шаге задачи оптимизации с выбором вектора изменения состояния в направлении экстремума целевой функции прибыли или доли рынка. При этом успех одного продавца — олигополиста и улучшение его целевой функции ведет к неудаче конкурента и его соответствующей реакции на следующем шаге. Таким образом, стратегии конкурирующих агентов строятся с учетом состояния друг друга и в результате многошаговой имитации их поведения приводят к воспроизведению некоторого стабилизированного состоянию рынка.

Модель рынка в системе MAGNET. Одна из моделей рынка представлена в системе MAGNET, представляющей собой распределенную иерархическую систему, которая контролирует безопасность соблюдения договоров, характеристики агентов и протоколирует их взаимодействие. Общение агентов описывается при помощи онтологии¹. В системе хранятся исторические данные, которые могут быть использованы агентами при оценке рисков. Различные сегменты рынков могут иметь специализированные онтологии. В архитектуре MAGNET активности переговоров инкапсулируются в торговые сессии. *Торговые сессии* — это сообщение, при помощи которого рыночные услуги динамически распределяются между агентами — участниками рынка. Эти сообщения служат как для инкапсуляции транзак-

¹ Онтология — система понятий и смысловых связей, характерная для предметной области, в которой функционирует агент, и представленная на языке, доступном для программной обработки.

ций на рынке, так и для отслеживания состояния транзакций. Таким образом, если агент хочет заключить сделку на поставку топлива, он инициирует сессию и формирует соответствующий запрос. Сессия простирается от начального запроса через переговоры, оплату, выполнение требуемых работ/услуг и окончательные расчеты; т.е. сессия охватывает полный цикл сделки.

Поток протоколов MAGNET состоит из контрактной и исполнительской фаз. *Контрактная фаза* — трехшаговый процесс, состоящий из заявки на поставку, цикла торгов и цикла расчетов. В системе избегают переговоров с неопределенным сроком посредством прерываний и штрафов за несвоевременное завершение переговоров. *Фаза исполнения* может включать переговоры о графике выполнения работ, отказов от работ и о перераспределении ресурсов, связанных с выполнением работ.

Типичные фазы переговоров приведены на рис. 8.1. Как видно из рисунка, контрактор ведет мониторинг и корректировку планов посредством перепланирования и возобновления переговоров, когда события отклоняются от ожидаемого им хода.

Чтобы облегчить процесс переговоров и обеспечить единое представление объектов и концептов у агентов, MAGNET имеет предназначенную для соответствующих целей онтологию рынка:

- дескриптивную, обеспечивающую описание завершившегося;
- прескриптивную, описывающую способы, какими процесс может быть завершен;
- семантическую, обеспечивающую семантическую модель, которая описывает объекты и активности;
- коммуникативную, обеспечивающую интероперабельность.

Система описаний контрактов включает несколько классов элементов:

- атомы — основные элементы торговли в системе. Атом может представлять физический объект, единицу ресурса или работу, подлежащую выполнению. Онтология рынка содержит фиксированный набор атомов, которые определяют тему переговоров в конкретном рынке. Действия представляют все возможные в системе активности;

- планировщик составляет план как комбинацию операций, выполняемых агентом, и операций других агентов согласно онтологии рынка. Большое количество агентов в среде рынка мо-

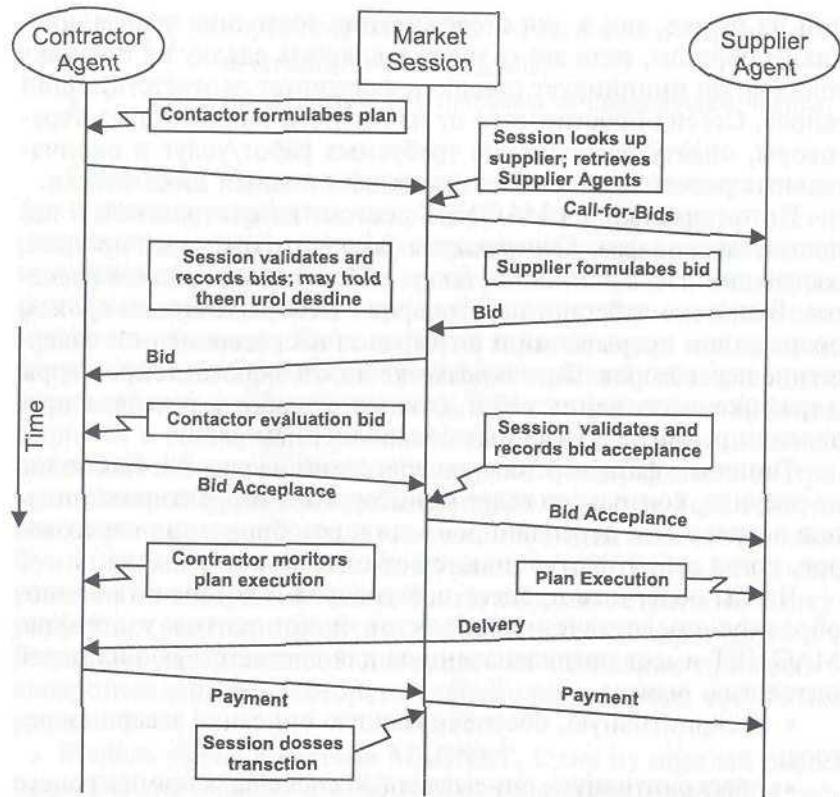


Рис. 8.1. Диаграмма взаимодействия контрактора (инвестора), рынка и продавца

гут выполнять операции параллельно. План определяет, что менеджер заявок состоит из набора описаний задач ненулевой продолжительности, временных ограничений и возможно ненулевых задержек, чтобы учесть время коммуникаций и транспортировки;

- менеджер заявок ответствен за предоставление ресурсов, приписываемых каждой задаче плана, а также составление расписания, которое минимизирует стоимость исполнения плана. Менеджер заявок должен создавать и публиковать заявки, которые содержат набор задач, входящих в план и упорядоченных во времени.

Процессом торгов управляет агент-контрактор.

Для каждой задачи менеджер заявок должен определить крайние сроки, наборы задач, которые должны быть выполнены в эти сроки, и штрафные санкции. Менеджер заявок должен получать, оценивать и аккумулировать заявки, для каждой заявки указать возможность исполнения ее целиком или частично, определить начало, окончание и длительность каждой задачи в заявке. После составления графика реализации заявки менеджер посыпает сообщения о принятых к исполнению заявок или их частей, этим завершается процесс переговоров;

- супервайзер-контрактор ответствен за выполнение плана и принятие решений в случае непредвиденных ситуаций. Он реагирует на все случаи нарушений хода работ в соответствии с контрактами, включая временные задержки, и имеет возможность перепланирования или перезаключения договоров.

8.2. Мультиагентные системы моделирования финансовых рынков

Одна из задач исследований в области финансовых рынков состоит в разработке модели, способной объяснить и предсказать движение рыночных цен. В настоящее время существуют два основных подхода к решению этой проблемы: эконометрический и базирующийся на микроэкономической мультиагентной теории. В эконометрике поведение финансового рынка описывается количественными переменными, для исследования соотношений между количественными переменными используются, математические модели и статистические методы, такие как ARIMA, ARCH, GARCH, позволяющие предсказывать развитие рыночных цен и доходов.

Согласно модели дисконтированных денежных потоков, цена акций фирмы отражает ожидание инвесторов относительно будущих доходов фирмы. Таким образом, если ожидания в целом справедливы, цены акций будут обеспечивать информацию относительно будущих эконометрических условий, поскольку доходы компаний обычно связаны с её экономической активностью -

тыю. Доход по акциям коррелирован с общей активностью фирмы, и эта корреляция увеличивается со временем. Таким образом, доход по акциям имеет некоторую предсказательную силу относительно будущей активности фирмы.

Моделирование финансовых рынков в настоящее время является быстро растущей областью по двум основным причинам:

1) необходимость обеспечить основу для моделирования возрастающего числа разработок в области автоматизации финансовых рынков;

2) неспособность традиционной вычислительной математики предсказать результаты поведения инвесторов на движение рыночных цен.

Сложность финансовых рынков определяют трудности математического и компьютерного анализа, поэтому возникает интерес к регулируемому эксперименту, который дал бы возможность варьировать различные параметры и оценивать их влияние на поведение рынка.

В обычных математических моделях все участники однородны, обладают одинаковым начальным капиталом и одинаковыми функциями. Сила мультиагентного подхода заключается в его способности экспериментально изучать большие популяции разнородных агентов, так же как и в поведенческих моделях, он позволяет учитывать психологические особенности принятия решений трейдерами.

При мультиагентном моделировании финансовых рынков (рис. 8.2) рассматриваются следующие вопросы:

- построение имитационной модели с использованием мультиагентного подхода на основе анализа структуры и функций современного финансового рынка, состава его участников и способов их взаимодействия. Такая модель позволила бы варьировать ее параметры, оценивать поведение рынка и эффективность стратегии ее участников;

- анализ существующих методов и моделей финансовых рынков, касающихся формирования равновесной цены, проведения аукционных торгов, формирования портфеля; разработка formalizованных моделей поведения для агентов, входящих в состав инвестиционной модели;

- анализ языков мультиагентного моделирования;
- анализ существующих программных средств разработки программных систем и разработка задания на программирова-

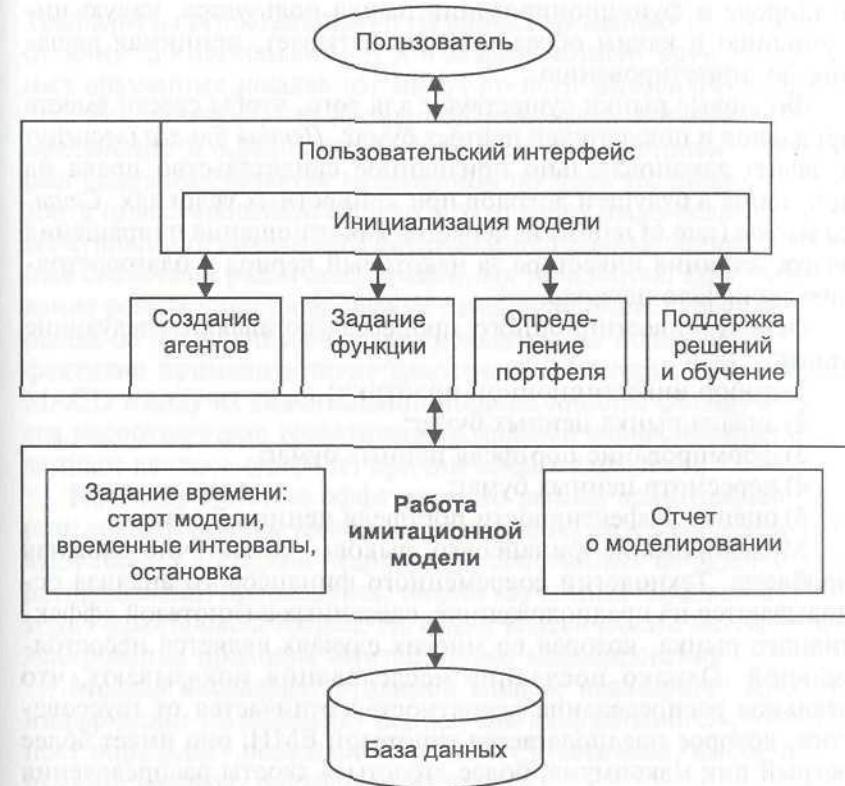


Рис. 8.2. Архитектура системы мультиагентного моделирования финансового рынка

ние в рамках выбранной программной среды (Net Logo, Any Logic, Java Agent Development Environment);

- рассмотрение различных вариантов стратегии трейдинга и проверка на модели влияния выбранной стратегии на доход, получаемый трейдером, и волатильность рынка.

Моделирование финансового рынка будем рассматривать в контексте более общего понятия, а именно, инвестиционного процесса. В конечном итоге нас будет интересовать, каким образом инвестор принимает решение при выборе ценных бумаг, объектов и сроков вложения, а также, какими представлениями

о природе и функционировании рынка пользуется, какую информацию и каким образом перерабатывает, принимая решения по инвестированию.

Фондовые рынки существуют для того, чтобы свести вместе продавцов и покупателей пенных бумаг. *Ценная бумага* (security) означает законодательно признанное свидетельство права на получение в будущем доходов при конкретных условиях. *Ставка дохода* (rate of return) измеряется как отношение приращения благосостояния инвестора за некоторый период к благосостоянию на начало периода.

Основу инвестиционного процесса составляют следующие этапы:

- 1) выбор инвестиционной политики;
- 2) анализ рынка ценных бумаг;
- 3) формирование портфеля ценных бумаг;
- 4) пересмотр ценных бумаг;
- 5) оценка эффективности портфеля ценных бумаг.

Моделирование финансовых рынков — достаточно сложная проблема. Технологии современного финансового анализа основываются па предположениях, связанных с гипотезой эффективного рынка, которая во многих случаях является несостоятельной. Однако последние исследования показывают, что реальное распределение вероятностей отличается от гауссовского, которое предполагается гипотезой ЕМН: оно имеет более острый пик максимума, более «толстые» хвосты распределения и является асимметричным. Все новые очевидные примеры продолжают свидетельствовать, что финансовые рынки ведут себя не так, как предсказывает теория случайных блужданий, в соответствии с которой цена в последующий момент времени равна сумме цены в предыдущий момент времени и относительно небольшого случайного шума.

Первое подробное изучение дневных прибылей было предпринято выдающимся американским ученым в области финансов Фамэ (1959), который нашел, что прибыли имеют отрицательную асимметрию. Хвосты распределения вероятностей цен были толще и пик около среднего значения был выше, чем предсказывалось нормальным распределением, имел место «ленто-экспесс».

На рынке акций происходит слишком много сильных скачков цен, чтобы их можно было объяснить как эффекты шума.

Трейдеры на рынке действуют па разных временных горизонтах — от минут до нескольких лет и в каждый момент времени в разных временных шкалах (от минут до лет). Классическое предположение гласит, что временной ряд, имеет нормальное распределение и предполагает, что степень «толщины» хвостов распределения остается неизменной по мере увеличения горизонта инвестирования. Однако в ряде работ было показано, что волатильность доходности активов имеет разные корреляционные свойства в различных временных горизонтах. Прогнозирование резких катастрофических изменений финансовых рынков осложняется нелинейностью процессов, не позволяющих эффективно применять такие классические методы, как ARIMA, MACD в силу их значительной инерционности. Обнаружившееся несоответствие теоретических моделей экспериментальным данным явилось одной из причин смены парадигмы.

На смену гипотезе эффективного рынка, арбитражной теории, модели оценки капитальных активов, математической модели теории портфеля Марковица, основанных на гауссовском распределении приращений, теории **случайных** блужданий, приходит фрактальная теория. На смену классическим методам моделирования приходит имитационное моделирование.

Модель инсайдера. В данной модели исследуется влияние информации на динамику рынка, так как, во многом, этот аспект определяет поведение отдельных участников, выбор инструмента анализа, подхода в работе.

Традиционно инвесторов-участников рынка ценных бумаг делят на два типа: фундаменталисты (F-трейдеры - информационные трейдеры) и чартисты (С-трейдеры - шумовые трейдеры). В отличие от первых чартисты придерживаются основных постулатов технического анализа, частично пренебрегая глубоким анализом экономических показателей. Динамическая модель демонстрирует влияние взаимодействия информационных и шумовых трейдеров на изменения рыночных цен, а именно: изменения доли присутствия на рынке инвесторов двух типов, оценки вероятности смены стратегии.

В модели инсайдера также исследуется влияние новостных данных на формирование цен. Известно, что та или иная интерпретация поступающей информации определяет дальнейшие решения специалиста. Динамическая модель не только обнаруживает типичные картины влияния «плохих» и «хороших» но-

востей па динамику цен, но также представляет чарты, сформированные с учетом инсайдера - участника рынка ценных бумаг, обладающего, несомненно, важным преимуществом, касающимся использования информации.

В модели представлены следующие типы агентов: фундаменталисты (*/"-трейдеры*), чартисты, или шумовые трейдеры (*C-трейдеры*), инсайдеры (*/"-трейдеры*), ньюс-мейкеры (*АГ-мейкеры*) и маркет-мейкер (*L-мейкер*). Указанные типы агентов используют следующие стратегии.

/"-трейдер — фундаменталист, или информационный трейдер, полностью рациональный, хорошо информированный инвестор, */"-трейдер* получает оценку фундаментального значения на основании рациональных и научно-обоснованных оценок в результате фундаментального анализа, основанного на изучении статистических данных и отчетов экономики в целом, отдельных отраслей, компаний и т.д. Его стратегия заключается в следующем. Если x (текущая рыночная цена единицы актива) ниже v (**фундаментальное значение**, которое можно рассчитать в данный момент как дисконтированное значение рационально ожидаемого потока **будущих** средних доходов с единицой актива), то *F-трейдер* надеется получить прибыль, входит в рынок и приобретает единицу актива. Если x выше v , *F-трейдер* ожидает потери доходов, продает единицу актива и покидает рынок.

Если спред положительный, появляется возможность получения прибыли и желание приобрести больше актива; при отрицательном спреде велики риски потери капитала и желание отказаться от актива.

C-трейдер — менее информированный, иррациональный, не склонный к риску инвестор. Поскольку проведение фундаментального анализа требует больших затрат, *C-трейдер* использует более простые методы технического анализа.

Сигналы на покупку и продажу *C-трейдера* генерируются двумя скользящими средними от индекса: скользящее среднее с большим периодом и скользящее среднее с коротким периодом. В простейшей форме стратегия выражается в покупке (или продаже) в том случае, когда линия скользящего среднего с коротким периодом поднимается выше (или опускается ниже) линии скользящего среднего с большим периодом.

Когда линия с коротким считыванием пересекает в линии с длинным периодом, *C-трейдер* думает, что тренд начинается и

предстоит потеря капитала. Общий уровень избыточного спроса и предложения на **рынке** зависит от доли *C-трейдеров* и *F-трейдеров* на рынке и относительных долей разности спроса и предложения для *C-трейдеров* и */"-трейдеров*.

Инсайдер — полностью информированный трейдер, которому известны цены на акции в следующий момент времени; это нелегальные или полулегальные участники рынка ценных бумаг, обладающие информацией, способной оказать существенное влияние на цены рынка до того, как эта информация будет официально опубликована в печати, и, как правило, вопреки существующим законам, запрещающим ее открытую циркуляцию в мире.

Инсайдеры держат в своих руках определенную долю рынка, они всегда получают прибыль, размер которой определяется разностью текущей и будущей цены и объемом наличного капитала.

Ньюс-мейкер в случайные моменты времени выбрасывает на рынок позитивные/негативные новости различной интенсивности. Оценка влияния новостей рассматривается как часть фундаментального анализа. Фундаментальный анализ включает глубокий анализ показателей экономической эффективности компаний для определения стоимости ее акций. Фундаментальные трейдеры имеют возможность определить ожидаемый доход и фундаментальное значение цены акций, изучая отчеты компаний о доходах, а также другие факторы.

По мере поступления новой информации о статусе компании ожидаемый доход от ее акций изменяется, влияя на их цену. Преимущества новостного анализа заключаются в его способности предсказывать изменения до того, как они появятся на чартах. Инвестор может сравнивать компании одну с другой и увязывать их перспективы роста с текущей экономической ситуацией, что позволяет ему получать свою собственную оценку акций компаний. К сожалению, не существует моделей, формализующих все эти знания для целей принятия решения, и интерпретация анализа новостей может быть субъективна в очень высокой степени.

Наиболее ценной чертой новостного анализа является возможность предсказывать точки нестационарности, такие как возрастающий тренд или неубывающий тренд в моменты, когда появляются важные новости. Чтобы объединить преимущества анализа новостей и принятия решений, мы добавили новостной

фон в нашу модель, расширив, возможности системы. Новостной фон формируется на основе потока позитивных и негативных новостей, он заменяет или дополняет **шум** рынка в системе. Новостной фон суммирует поступающие новости с экспоненциально убывающими весами (скорость убывания определяется памятью рынка) и по логистическому закону наряду с шумом изменяет уровень фундаментальной цены.

Маркет-мейкер ответствен за динамику изменения цен на рынке, включая фундаментальную иену v и текущую цену x . В отсутствие новостей фундаментальная цена в следующий момент времени увеличивается на некоторую **малую** случайную величину таким образом, что процесс изменения величины у представляет собой случайные блуждания.

Предполагается, что существует маркет-мейкер, который выступает на рынке в роли индикатора. Маркет-мейкер стремится уравновесить спрос и предложение и регулирует цену в зависимости от избыточного спроса (разности между спросом и предложением). Приращение цены в следующий момент определяется как некоторая доля с соответствующим знаком от разности между спросом и предложением. Изменения рыночных цен, производимые маркет-мейкером, определяются непрерывной монотонно возрастающей функцией агрегированного избыточного спроса. Маркет-мейкер учитывает деятельность /"-трейдеров, С-трейдеров, /"-трейдеров и влияния новостного потока.

Модель показала вполне определенную зависимость роста цен на активы при наличии хороших новостей и их падения при плохих новостях. При этом имеется возможность исследовать влияние памяти рынка на динамику изменения цен. Большой интерес представляет наличие точек бифуркации, когда происходит изменение фрактальных свойств рынка, что позволяет моделировать обвалы и кризисы на рынке.

Модель показывает также, что графики доходов, извлеченные инсайдерами, имеют вид полуволн убывающей амплитуды, а график изменения цен имеет пилообразный характер, что соответствует многократно повторяющейся стратегии инсайдера: «продавай во время роста; когда же цены начнут падать в результате массовой продажи — скупай; затем, когда цены в результате скупки начнут расти, — продавай». Поскольку при хороших новостях имеет место общая тенденция к росту, стратегия

инсайдера является эффективной. Модель проявляет совершенно иную картину при плохих новостях и падении цен: инсайдер делает одну-две попытки купли-продажи и уходит с рынка.

Шумовые трейдеры покупают и продают в соответствии с поведением рыночной цены по отношению к скользящему среднему. Агенты оценивают доход, полученный в результате применения выбранной ими стратегии за определенный период, и в зависимости от результата оценки могут продолжить использование выбранной стратегии или перейти к альтернативной. Имеется возможность оценить интервал времени, в течение которого происходит оценка результата и степень легкости перехода от одной стратегии к другой.

Обнаружено, что увеличение легкости перехода от одной стратегии к другой приводит к различным исходам в зависимости от направления перехода. Так, переход от стратегии шумового трейдера к фундаменталистскому приводит к установлению устойчивого состояния рынка, а переход от стратегии фундаменталиста к стратегии шумового трейдера в некоторых случаях приводит к обвалу рынка. Сокращение временного горизонта при формировании шумовым трейдером скользящего среднего приводит к более регулярному характеру флюктуаций рынка. Увеличение доли шумовых трейдеров приводит к большей иррегулярности и волатильности рынка ценных бумаг.

По мере изменения цены актива может изменяться также и доля инвесторов разного типа. Если F-трейдер получил больший доход, чем С-трейдер за прошлый к периодов времени, тогда некоторая часть С-трейдеров становится /"-трейдерами и наоборот. Более того, чем больше эта разность, тем больше трейдеров меняют свою стратегию.

Модель позволяет изменять ряд параметров. В частности, если изменения цен сделать более чувствительными к избыточному спросу, процесс изменения цены приобретает более хаотичный характер. При низком уровне чувствительности цена почти стабильна; по мере роста чувствительности изменения цены по отношению к избыточному спросу цепь начинают проявлять регулярные циклические изменения относительно фундаментальной цены. При очень высокой чувствительности цен к изменениям избыточного спроса происходят бифуркации и рынок приобретает хаотический характер изменения цены.

В зависимости от причин чувствительного изменения доли трейдера к перемене накопленного дохода за k прошлых шагов один тип трейлеров может стать доминирующим на рынке. При этом, если доминируют F-трейдеры, цены постепенно успокаиваются относительно фундаментальной цены; но если начинают доминировать С-трейдеры, то это приводит к обрушению рынка.

Параметр, отражающий период сглаживания скользящего среднего, влияет на динамику цен следующим образом: большие значение этого параметра означают более короткий период скользящего среднего. Чем короче период сглаживания, тем быстрее реагирует С-трейдер на изменение цен рынка. Если период считывания велик, то дестабилизирующие факторы в стратегии С-трейдера накапливаются, рынок становится менее стабильным.

При изучении влияния временного горизонта κ , в течение которого трейдеры накапливают сведения о полученном доходе, прежде чем принять решение о смене или сохранении стратегии, было установлено, что для У'-трейдера предпочтительно для сохранения стратегии использовать большие временные горизонты. Если временной горизонт, в течение которого оценивается эффективность стратегии, очень мал, тогда /V-трейдер получают преимущество, начинают доминировать на рынке и рынок может обрушиться. Этот результат отличается от общепринятого мнения, что Л'-трейдеры в конечном итоге проигрывают и уходят с рынка. Модели показали, что при некотором временном горизонте ни одна из стратегий не доминирует и относительная доля трейдеров обоих типов колеблется относительно постоянного значения.

Модель Santa Fe Artificial Stock Market. В Интернете существует несколько проектов, посвященных проблеме моделирования финансовых рынков. Среди них самым продвинутым является Artificial Stock Market (<http://arlstkmkt.sourceforge.net/>). Рассмотрим ряд положений, определяющих функционирование данной системы. В этой модели цена регулируется по следующему закону:

$$p_{t+1} = p_t + \lambda (D_t - S_t), \quad 0 \leq \lambda \leq 1,$$

где D — уровень спроса;

S — уровень предложения.

где D — уровень спроса;

S — уровень предложения.

Проблема состоит в том, что результат очень чувствителен к значению X . В модели имеют место два актива. Первый актив — безрисковые облигации, которыми выплачивается постоянный доход. $Tf = 0,10$. Второй актив — рисковые акции, выплачивающие стохастические дивиденды, которые, как предполагается, следуют следующему авторегрессионному процессу:

$$d_t = \bar{d} + \rho(d_{t-1} - \bar{d}) + \mu_t, \quad \text{где } \bar{d} = 10, \rho = 0,95, \mu_t \sim N(0, \sigma^2_\mu).$$

Этот процесс обладает высокой степенью персистентности в выплате дивидендов и во времени не сводится к стационарному. Цена акции p , определяется эндогенно рынком. Важным вопросом в модели является вопрос, как часто нужно выплачивать дивиденды, поскольку информация о дивидендах оказывает большое влияние на рынок. Индивидуалы на рынке формируют свои запросы следующим образом:

$$X_t^i = \frac{\hat{E}_t^i(p_{t+1} + d_{t+1}) - (1+r_f)p_t}{\gamma \hat{\sigma}_{p+di}^2},$$

где индекс i представляет тот факт, что убеждения могут отличаться у разных агентов, $/y$ — безрисковый доход, y — коэффициент абсолютной несклонности к риску. Агент использует систему классификации для определения состояния рынка и уровня выплачиваемых дивидендов, а также для оценки первого и второго моментов дивидендов по акциям. Чтобы сводить состояние S со значением первого и второго моментов доходов по акциям. Правило помогает каждому агенту предсказать будущую доходность и условные дисперсии для этого предсказания. Предполагается, что предсказания базируются на линейной регрессии текущих цен и дивидендов:

$$\hat{E}_t^i(p_{t+1} + d_{t+1}) = a_j(p_t + d_t) + b_j.$$

Индекс j относится к правилу, выбранному агентом i . Это ограниченного вида предсказание вместе со спросом на акции дает функцию спроса, которая является линейной по p_t . Предположение, что полное число акций равно данному фиксированному значению, позволяет получить решение уравнения $E_t^i(p_{t+1} + d_{t+1}) = a_j(p_t + d_t) + b_j$ для временно равновесной цены.

После того как иена установлена, агент редактирует свой портфель, объем торгов фиксируется в истории сделки.

Правила классификации представляют собою отображение состояний мира, представленных битовой строкой, в действие. Правило классификации дано битовой строкой и вектором параметров, например: (#, 0, 1, #, a_p , B_p , $a?$).

Первая часть правила сопоставляет текущие условия на рынке, причем 1 обозначает истинное условие, 0 — ложное, # — символ безразличия, т.е. все равно, ложное или истинное условие. Это позволяет **варьировать** правила и их чувствительность. Некоторые параметры могут быть условиями на большое количество событий, другие — на несколько (редкие). Представим пример совпадения ситуаций с правилами. Правило $(1, \#, 1, \#, 0)$ совпадает с ситуациями $(1, 0, 1, 0, 0); (1, 1, 1, 0, 0); (1, 0, 1, 1, 0); (1, 1, 1, 1, 0)$. Условия, используемые в модели SFI, приведены в табл. 8.1. MA — относится к скользящему среднему (moving average); агенты могут строить свои правила, основанные на этой информации.

Таблица 8.1

Разряды битовой строки

Номер разряда битовой строки	Условие, при котором в разряд заносится 1
1	Price*interest/dividend > 1/4
2	Price * interest/dividend > 1/2
3	Price * interest/dividend > 3/4
4	Price * interest/dividend > 7/8
5	Price*interest/dividendM
6	Price * interest/dividend > 9/8
7	Price > MA за 5 моментов времени
8	Price > MA за 10 моментов времени
9	Price > MA за 100 моментов времени
10	Price > MA за 500 моментов времени
11	On:1
12	Off:0

Правила основываются на точности предсказания и корректируются в соответствии с соотношением

$$\sigma_{t,i,j}^2 = \left(1 - \frac{1}{\tau}\right)^2 \sigma_{t-1,i,j} + \frac{1}{\tau} \left((p_t + d_t) - (a_{i,j}(p_{t-1} + d_{t-1}) + b_{i,j}) \right)^2.$$

В случае совпадения с одним из правил число совпавших правил т фиксировано и равно 0,75.

8.3. Система FINMASIM: стратегии трейдеров

Система FINMASIM имитирует работу рынка ценных бумаг Delphi. Рассмотрим архитектуру системы, а именно взаимосвязь приложения, пакетов и компонентов. На рис. 8.3 показаны основные компоненты системы и их взаимосвязи внутри приложения.

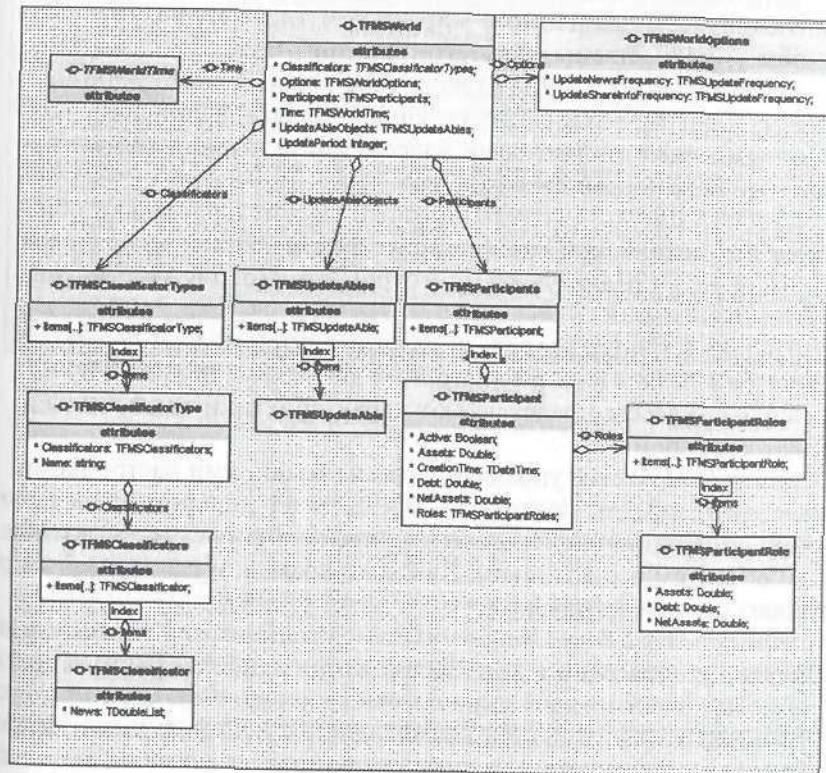


РИС. 8.3. Связи различных компонентов, модулей и пакетов внутри приложения

Это UML-диаграмма; большие прямоугольники в ней обозначают пакеты, а маленькие прямоугольники внутри них – модули. Пунктирными линиями со стрелками показаны зависимости между пакетами и между модулями внутри пакетов. Приведем краткое описание основных компонентов:

1) *FMSTypesAndConst'ants* и *FMSUtUs* – здесь располагаются типы, константы, классы, процедуры и функции, общие для всех модулей данной системы.

2) *FMSWorld* – модуль, в котором располагаются классы, описывающие виртуальный мир и основные взаимосвязи внутри него. На этом уровне миру ничего неизвестно о бирже, играх и т.п. (см. класс *TFMSWorld*).

3) *FMSStandardRoles* – модуль, в котором описываются стандартные классы для данного мира, в том числе те, что отвечают за биржу, роли, планы, стратегии, акции и т.п.

4) *FMSMarkets*, *FMSTraders*, *FMSTraders*, *FMSSimulatedActivityClasses* и *FMSEventDriven World* – модули, являющиеся надстройками над стандартными классами и служащие для расширения возможностей системы.

5) *FMSStatistics* – модуль, который служит для сбора и обработки статистической информации, поступающей из системы. Таким образом реализуется многоуровневая (слоистая) архитектурная концепция.

На рис. 8.4. показаны связи классов внутри модуля *FMSWorld*. Главным классом на этой диаграмме является мир (*TFMSWorld*), остальные классы представляют характеристики мира, классификаторы, время.

Мир (TFMSWorld) управляет временем, общими настройками, классификаторами, новостями. Время течёт дискретно с заданной периодичностью. При каждом «тике» мир посылает сигналы всем объектам и участникам. Как этим временем распоряжаться, решают сами участники.

Время (TFMSWorldTime) – класс, созданный специально для управления временем и для кэширования наиболее часто запрашиваемых участниками мира параметров времени.

Участник рынка (TFMSParticipant) – это экономический субъект, например, человек или компания.

Объект мира (TFMSUpdateable) – это нечто более общее, чем *TFMSParticipant*. Это любой объект, требующий периодическое

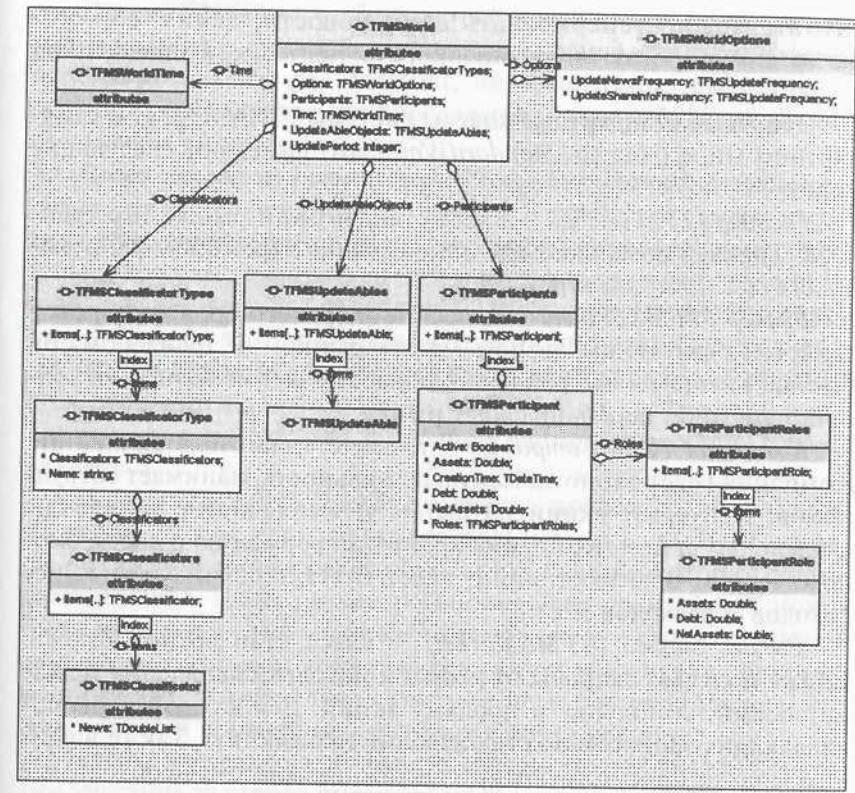


Рис. 8.4. Взаимосвязи в модуле *FMSWorld*

обновление, например объект, рассчитывающий статистику по акциям, используя технический анализ, которым могут совместно пользоваться сразу все трейдеры.

Роль (TFMSParticipantRole) – это класс, похожий по предназначению на участника рынка. Отличие заключается в том, что один и тот же участник может играть сразу несколько ролей в экономической системе. Например, трейдер может быть одновременно юридическим, и непосредственно трейдером. Биржа тоже является в некоторой степени компанией.

Классификатор (TFMSClassifier) – нужен для того, чтобы различных участников рынка поделить на группы. Для каждой

группы можно генерировать свои новости, таким образом легко симулировать и анализировать подъемы и спады и на рынках.

Основные стандартные классы системы **FINMASIM**. В стандартном мире (модуль *StandardWorld.pas*) выделяют следующие роли.

Трейдер (TFMTrader) — класс стандартного рыночного трейдера. Трейдер совершает сделки на рынке через брокера, руководствуясь текущей стратегией.

Брокер (TFMSBroker) — класс стандартного брокера. Брокер является связующим звеном между рынком и трейлером, он получает запросы от трейдеров, обрабатывает их и либо выполняет сам, либо перенаправляет рынку.

Компания (TFMCompany) — класс стандартной компании. Компания ведет экономическую деятельность, нанимает сотрудников, выпускает акции на рынок и выплачивает дивиденды владельцам акций. Компания хранит информацию о своем экономическом благосостоянии, ведет бухгалтерский учет, книгу доходов и расходов и т.п.

Рынок, биржа (TFMSMarket) — класс стандартной биржи. Биржа получает запросы от рынка и находит совпадения между запросами на покупку и продажу акций. Для каждой пары совпадающих запросов она производит транзакцию. Также в данном модуле присутствуют другие важные классы, необходимые для работы системы.

Стратегия (TFMSStrategy) - абстрактный класс стратегии, который служит основой для других, более сложных стратегий. Участник рынка использует стратегию для имитации процесса мышления. Все алгоритмы участника рынка разбиваются на типичные операции, характерные для каждого класса участника, и на операции, подконтрольные данному субъекту; т.е. у участника рынка появляется возможность в реальном режиме времени оценивать эффективность применяемых им стратегий и выбирать ту, которая ему наиболее подходит в данной ситуации. Естественно, что для каждой роли трейдера, брокера, компании и рынка существует свой набор стратегий. Стратегия также имеет отдельную процедуру обработки сообщений от связанных с ней активных планов (*DoProcessActiveLinkedPlan*)

План (TFMSPlan) - абстрактный класс плана, который служит основой для других, более сложных планов. Участники рынка используют планы для заданий, которые нужно выполнить в будущем при наступлении определенных условий. План обычно связывают со стратегией.

Ордер, запрос на транзакцию (TFMSShareTransactionRequest) — класс, который используют брокеры и трейдеры, чтобы выразить свое намерение купить или продать акции. В нем обязательно должны указываться название акции, операция, количество, и желательно давать ссылку на стратегию, согласно которой был отправлен этот ордер. Ордер имеет определенный срок жизни. Если он не исполняется в течение этого срока, то возвращается отправителю с пометкой о том, что он не был выполнен. Также ордер может быть исполнен частично, это нормальное явление.

Транзакция (TFMSShareTransaction) — процесс смены владельца акции. Рынок производит транзакцию, когда находит запросы на покупку и продажу одной и той же акции, которые совпадают по цене. Цена, по которой произойдет транзакция, может быть лучше той, что указана в ордере, если находится второй запрос, для которого эта новая цена будет тоже лучше, чем запрашиваемая. В этом случае итоговая иена совершения транзакции является средней между ценами двух ордеров.

Планы и стратегии агентов в системе **FINMASIM**. Стратегии участников строго индивидуальны, т.е. нет такой стратегии, которую могли бы совместно использовать разные участники рынка. У каждой стратегии выделены несколько событий, которые она может обрабатывать в дочерних классах. Если она этого не делает, то используется стандартное решение. Ниже представлен список четырех основных стратегий и их краткое описание.

Стратегия трейдера (TFMSTraderStrategy) позволяет обрабатывать активные ордера (*Do ProcessActiveTransaction Request*) и думать (*Think*).

Стратегия компании (TFMSCompanyStrategy) позволяет вести экономическую деятельность (*Do Everyday Work*) и выплачивать дивиденды (*DoPayDividends*).

Стратегия брокера (TFMSBrokerStrategy) позволяет обрабатывать активные ордера на счету у рынка (*Do Process Market-*

`AccountActiveTransactionRequest`), думать (`Think`) и обрабатывать активные запросы трейдеров (`DoProcessTraderAccountsActiveTransactionRequest`). Также выделена отдельная процедура одобрения ордеров, поступивших от трейдеров (`DoApproveTraderAccountsActiveTransactionRequest`).

Стратегия рынка (TFMSMarketStrategy) позволяет обрабатывать активные ордера (`DoProcessTransactionRequest`) и думать (`Think`). Также выделена отдельная процедура одобрения ордера (`DoApproveTransactionRequest`).

Также в системе выделены четыре подтипа стратегий трейдера.

Стратегия TFMSStandardTraderStrategy содержит несколько пользовательских функций и общих свойств, которые могут использоваться остальными стратегиями трейдеров и с точки зрения алгоритма работы особого интереса не представляет. Остальные три стратегии содержат оригинальные алгоритмы имитации мыслительной деятельности реальных трейдеров и являются, пожалуй, главными объектами анализа.

Стратегия трейдера маркет-мейкера (TFMSMarketMakerStrategy). Её основное отличие от других стратегий заключается в том, что трейдеры, которые ею пользуются, одновременно покупают и продают одну и ту же акцию (цена продажи выше цены покупки). Таким образом, они зарабатывают на спреде, примерно так, как это делают пункты обмена валюты. Их предназначение в рамках системы — поддержание ликвидности рынка и регулировка цены. Если у них охотно покупают/продают по предлагаемой цене, то они плавно увеличивают спред, делая эту покупку/продажу не такой выгодной для трейдера. И наоборот, если у них плохо покупают/продают по их цене, то они вынуждены ухудшать для себя эту цену и соответственно улучшать для остальных трейдеров, чтобы у них хоть кто-то покупал/продавал.

Стратегия трейдера новичка (TFMSTraderRandomBuyStrategy). В рамках этой стратегии трейдер случайным образом выбирает акции для покупки и продажи и таким образом создаёт «шум» в системе. Данная стратегия может использоваться для имитирования деятельности новичков на рынке ценных бумаг, а также как шаблон для добавления более продвинутых стратегий. При выборе цены, по которой он будет продавать / покупать

акции, у него есть выбор: либо согласиться с ценой маркет-мейкера (`bid`, `ask`), либо самому назначить цену внутри спреда. В первом случае его ордер будет гарантировано исполнен, но по не самой лучшей цене. Во втором случае никто не может гарантировать, что ордер будет исполнен, но если это произойдет, то он будет исполнен по лучшей цене, чем предлагает маркет-мейкер. Какой вариант он выберет, зависит от его склонности к риску.

Стратегия фундаментального трейдера (TFMSTraderFundamentaStrategy). В рамках этой стратегии трейдер считает, что у каждой акции есть некоторая «фундаментальная» цена, вокруг которой реальная цена может колебаться. По мнению этого трейдера, эта фундаментальная цена отражает истинное положение дел в компании и настоящую стоимость данной акции в отличие от текущей, раздутой или преуменьшенной цены акций. Таким образом, трейдер будет покупать акции, если реальная цена занижена по сравнению с фундаментальной, и продавать, если реальная цена выше фундаментальной. Для наглядности фундаментальную цену трейдеры рассчитывают как стоимость всех активов компании, делённую на количество выпущенных акций. Но ее можно рассчитывать, используя более сложные алгоритмы, например, учитывая тенденцию изменения цены за последнее время или принимая во внимание новости, связанные с деятельностью данной компании.

Запросы могут направлять все участники рынка, но типичный алгоритм выглядит следующим образом.

Шаг 1. Трейдер, опираясь на текущую стратегию, думает и в определённый момент отправляет ордер брокеру.

Шаг 2. Брокер обрабатывает запрос и либо исполняет его сам, либо отклоняет (если недостаточно средств/акций на счете), либо перенаправляет его рынку от своего имени.

Шаг 3. Рынок находит совпадения между ордерами и заключает сделки. У каждого ордера есть определенное время, в течение которого он считается действительным. Если это время истекло, то запрос возвращается отправителю с соответствующей пометкой.

Шаг 4. Брокер получает ответ от рынка и перенаправляет его трейдеру.

Шаг 5. Трейдер анализирует эту информацию и делает выводы согласно своей стратегии.

8.4. FINMASIM: результаты экспериментов

Оценка зависимости размера спреда от склонности к риску трейдеров. Эксперимент основан на сценарии «RiskAndSpread.fms». Цели найти зависимость величины спреда от склонности к риску трейдерами. В данном эксперименте на рынке находятся два маркет-мейкера и 250 трейдеров-новичков.

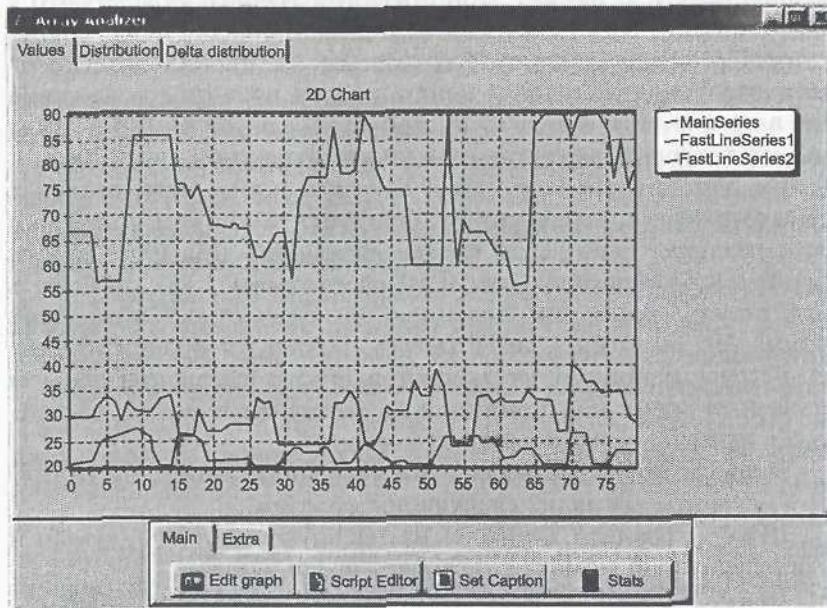


Рис. 8.5. График изменения цены акций в сценарии «RiskAndSpread.fms».

В большинстве случаев на реальном рынке трейдеры предпочитают не рисковать, а соглашаться с текущей ценой. К тому же спред не такой большой, и трейдеры обычно больше теряют денег из-за колебаний курса, а не из-за высокого спреда. На виртуальном же рынке, на котором действуют только маркет-мейкеры и новички, такая ситуация приводит к резкому увеличению спреда и соответственно, к резким колебаниям цены последней сделки, что видно на рис. 8.5.

Внешне графики выглядят не слишком реалистично, что можно объяснить излишней примитивностью алгоритма принятия решения трейдерами-новичками, которые не используют ни технического, ни фундаментального анализа. Однако, графики распределения курсов валют и спреда похожи на реальные, что можно объяснить одинаковым (рыночным) принципом формирования цены на обоих рынках (рис. 8.6).

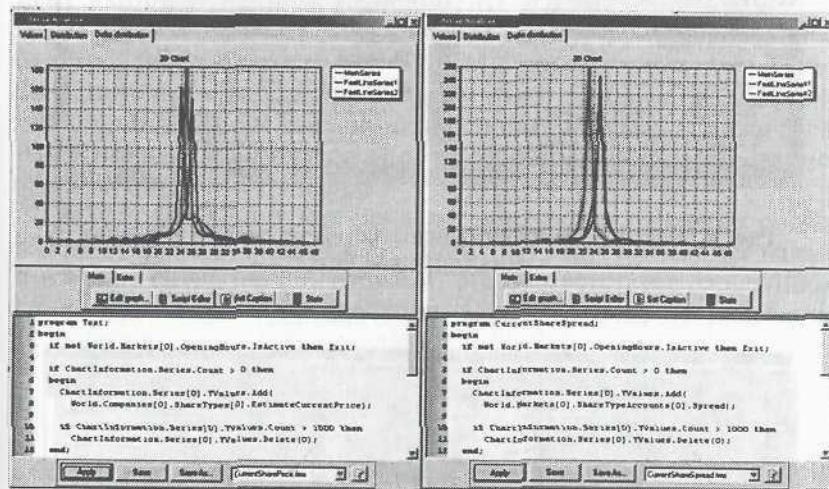


Рис. 8.6. Графики распределения цепы акций и спреда в сценарии «RiskAndSpread.fms»

Если параметры:

`<MIN_RANDOMTRADER_RISK_AMOUNT>`,
`<MAX_RANDOM_TRADER_RISK_AMOUNT>`

выставить в 0.1 и 0.4 (по умолчанию они 0.01 и 0.10), то ситуация коренным образом меняется. Трейдеры начинают активней торговать между собой, вынуждая маркет-мейкеров сокращать спред и выставлять более демократичные цены. Соответственно, уменьшается и общее колебание цены на рынке. Однако график также становится менее реалистичным, так как цена долгое время может колебаться вокруг одной и той же отметки (рис. 8.7).

Фигура распределения (рис. 8.8) коренным образом не меняется. Пик распределения цены становится уже (так как меньше колебаний), а пик распределения спреда стал меньше, что тоже ождалось.

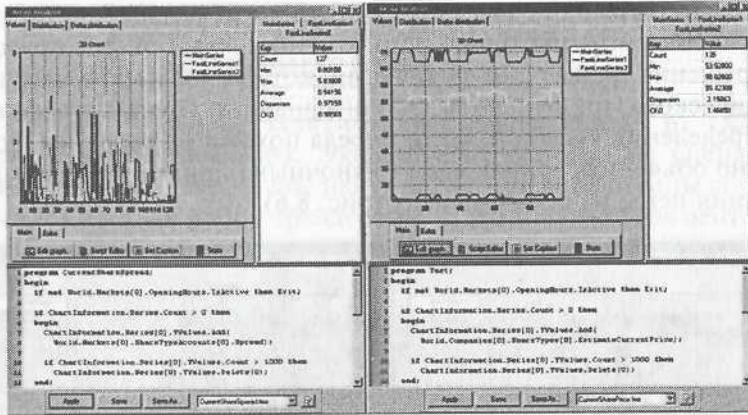


Рис. 8.7. График изменения цены акций и спреда в сценарии «Ris k An d Sp re ad. fins»

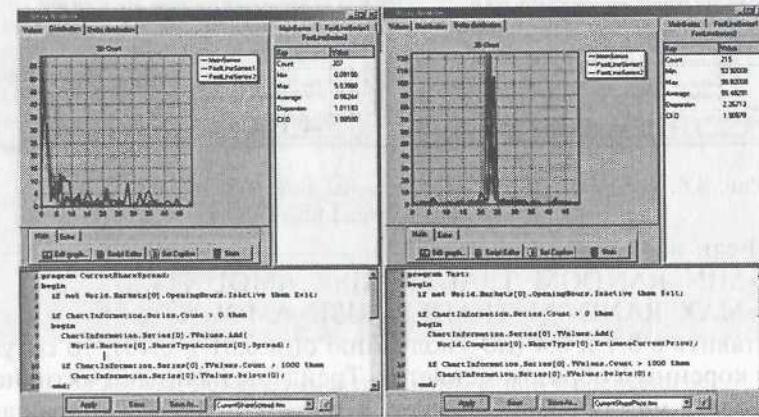


Рис. 8.8. Графики распределения цены акций и спреда в сценарии «RiskAndSpread.fms»

Ни одна из этих моделей не похожа на поведения реального рынка: в одном слишком маленькие колебания иены, в другом слишком большой спред. Оба этих факты были ожидаемы. Так же оба графика внешне выглядят искусственными. Но этот пример интересен в плане иллюстрации классической задачи теории игр.

Если все трейдеры пессимисты и принимают безопасное решение выбрать цену маркет-мейкера, то в итоге они проигрывают. Если же они оптимисты и предпочитают рисковать, то в итоге выигрывают.

Влияние фундаментальных трейдеров на процесс ценообразования. Эксперимент основан на сценарии «Fundamental Traders, fms». Цель: определить влияние фундаментальных трейдеров на цену акции. В данном эксперименте на рынке находятся два маркет-мейкера, 50 трейдеров-новичков и 450 фундаментальных трейдеров. Система FINMASJM была настроена на то, чтобы компания сначала увеличивала свои активы, потом резко теряла, потом снова увеличивала. Соответственно, должна была изменяться фундаментальная цена, на которую ориентировались фундаментальные трейдеры.

На рис. 8.9 видно, как менялась цена акции на рынке: сначала она умеренно растет, потом примерно этим же темпом падает и в конце снова растет. В целом, это соответствует ожиданиям, т.е. рынок следовал за фундаментальной ценой; но колебания

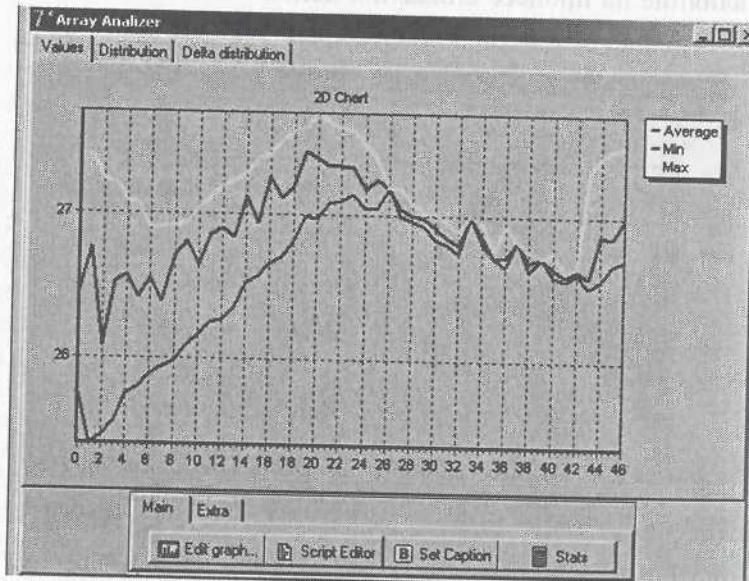


Рис. 8.9. Графики изменения минимальной, максимальной и средней цены акции в сценарии «Fundamenta l Trade rs.fms»

цены на рынке были не такими резкими, как колебания фундаментальной цены; т.е. по сравнению с фундаментальной ценой рыночная иена оказалась более инертной. Это можно объяснить как недоверием алгоритма работы маркет-мейкеров, так и наличием трейдеров-новичков, которым все равно, по какой цене покупать и продавать акции.

На рис. 8.10. одновременно изображены фундаментальная цена и цена последней сделки (чтобы наглядно оценить спред). На нем заметно существенное сокращение спреда после того, как фундаментальная цена стала меньше рыночной. Это объясняется отсутствием поддержки коротких заявок в системе; т. е. в реальном мире трейдер может взять у брокера акции взаймы с обязательством потом их выкупить, если он уверен, что цена упадет. Он продаёт эти взятые в аренду акции, выжидает некоторое время, а потом выкупает их обратно. Таким образом, на реальном рынке нет резких колебаний объема торгов и трейдеры способны оказывать более существенное влияние на процесс снижения цены.

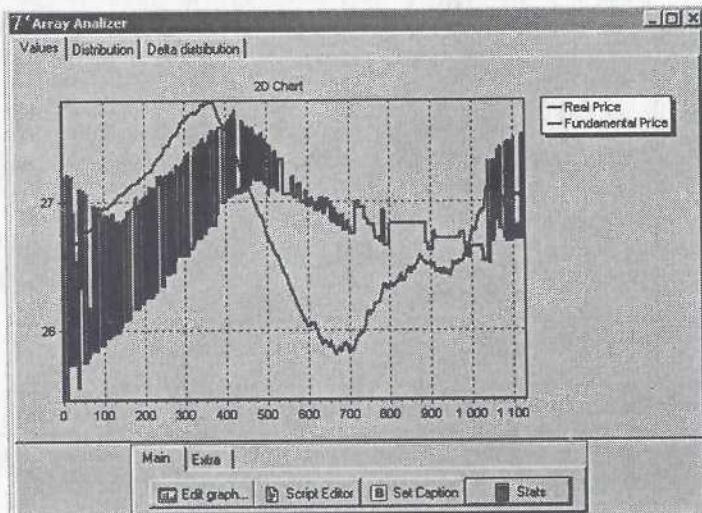


Рис. 8.10. Графики изменения цены последней сделки и фундаментальной цены в сценарии «FundamentalTraders.fms»

Для изучения развития кризиса во времени было выполнено моделирование рынка при следующих значениях параметров;
MARKET.MAKER_TRADER_COUNT = 2,
 (число маркет-мейкер трейдеров = 2);
RANDOM_TRADER_COUNT = 0,
 (исходное число трейдеров = 0);
FUNDAMENTAL_TRADER_COUNT - 500,
 (число фундаментальных трейдеров = 500);
BROKER_COUNT = 5,
 (число брокеров = 5);
MARKET^COUNT = 1,
 (число рынков = 1);
COMPANY_COUNT = 10,
 (число компаний = 10);
COMPANY_MAX_ASSETS - 50 000 000; // 50k,
 (максимальный счет компании = 10 млн);
COMPANY_MIN_ASSETS = 1 000 000; // 1k,
 (минимальный счет компании = 10 млн);

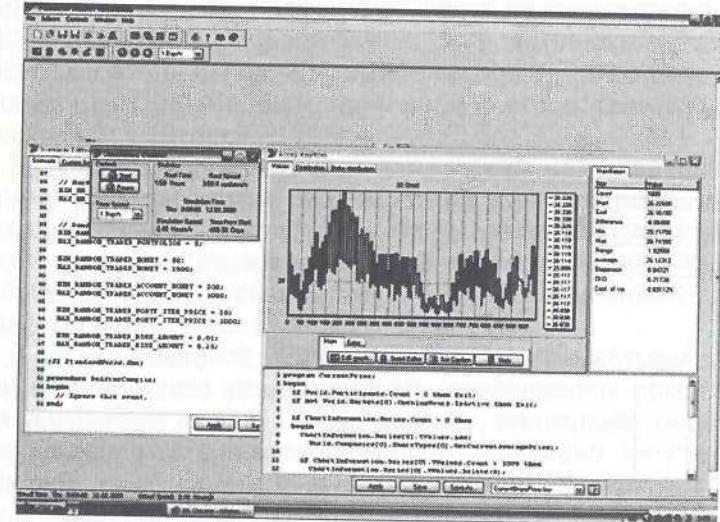


Рис. 8.П. Динамика изменения цен на финансовом рынке

```
MIN_BROKER_MARKET_ACCOUNT_^MONEY = 100 000; //  
100k,  
    (минимальная сумма счета брокера на рынке = 100 000);  
MAX_BROKER_MARKET_ACCOUNT_MONEY = 150 000; //  
300k,  
    (максимальная сумма счета брокера на рынке = 150 000);  
BROKER_MONEY = 10 000; // 10k,  
    (исходная сумма счета брокера);
```

Эксперимент основан на сценарии «FundamentalTraders.fms». Основной целью фундаментальных трейдеров является приведение курса акций к некоторой заранее определенной «желаемой» цене.

Как видно из рис. 8.11, при выбранных значениях параметров динамика цен далека от стабильной. Начальные значения цен сменяются их быстрым ростом (в виде «пузыря цен»), за которым следует их падение, затем - относительная стабилизация и последующий резкий спад. Эта картина говорит о том, что резкие падения и скачки цен на рынке являются внутренне присущим (имманентным) рынку свойством как сложной нелинейной динамической системе.

9 ГЛАВА

Применение теории хаоса к моделированию финансовых рынков

9.1. Теория хаоса и фрактальная гипотеза рынка

Первые попытки объяснить закономерности и спрогнозировать курсы ценных бумаг начали предприниматься в начале XX в. Французский математик Башелье, анализируя рынок государственных ценных бумаг, указал на непредсказуемость изменения цен финансовых инструментов, следующих законам «случайных блужданий».

Одной из самых ранних попыток описания рынков является *теория Доу*. Она считается классической. Именно на ее основе развивались методы технического анализа. В конце XIX в. Чарльз Доу сложил курсы акций промышленных и железнодорожных компаний и разделил полученную сумму на количество компаний, использованных при подсчете. Теория Доу гласит, что значимая тенденция фондового рынка должна быть подтверждена аналогичным изменением промышленного и транспортного индексов Доу-Джонса.

Большинство участников рынка уверено, что рыночные временные ряды, несмотря на кажущуюся стохастичность, полны скрытых закономерностей, т.е. хотя бы частично предсказуемы. Такие скрытые эмпирические закономерности пытались выявить в 1930-х гг. в серии своих статей основатель волновой теории Ральф Нельсон Эллиот.

В основе волновой теории Эллиота лежит некоторая постоянная циклическая закономерность, свойственная поведенческой психологии людей. По его мнению, социальное поведение масс последовательно проходит стадии экспансии, энтузиазма и эйфории, за которыми следуют успокоение, упадок и депрессия. Изменения в настроении масс можно проследить по графикам цен на товары, ценные бумаги, валюты. Закономерности развития массового поведения предполагают, что все движения

цен разбиваются на пять волн в направлении основного тренда и на три волны в обратном направлении.

В 1980-х гг. точка зрения о наличии скрытых закономерностей в рыночных временных рядах нашла поддержку в *теории динамического хаоса*. Эта теория построена на противопоставлении хаотичности и стохастичности (случайности). Хаотические ряды только выглядят случайными, но в качестве детерминированного динамического процесса вполне допускают краткосрочное прогнозирование. Область возможных предсказаний ограничена по времени горизонтом прогнозирования, но этого может оказаться достаточно для получения реального дохода от предсказаний, и тот, кто обладает лучшими математическими методами извлечения закономерностей из зашумленных хаотических рядов, может надеяться на большую норму прибыли.

Процесс принятия решения инвесторами/трейдерами включает в себя предварительный анализ ситуации на рынке.

Теория хаоса — это подход, успешно моделирующий сложные формы (живые и неживые) и турбулентные потоки. К сожалению, точного математического определения понятия хаос пока не существует. Сейчас зачастую *хаос* определяют как крайнюю непредсказуемость постоянного нелинейного и нерегулярного сложного движения, возникающую в динамической системе. Первые элементы теории хаоса появились еще в XIX в., однако подлинное научное развитие эта теория получила во второй половине XX в. в работах Эдварда Лоренца и Бенуа Б. Мандельброта.

Следует отметить, что хаос не случаен, несмотря на свойство непредсказуемости. Более того, хаос динамически детерминирован (определен) и подчиняется своим закономерностям. Если говорится о хаотичном движении цены, то, согласно теории хаоса, имеется в виду не случайное, а другое, особым образом упорядоченное движение. Если динамика рынка хаотична, то она также не случайна, хотя и по-прежнему непредсказуема. Эта непредсказуемость объясняется, в основном, существенной зависимостью от начальных условий. Такая зависимость указывает на то, что даже самые малые ошибки при измерении параметров исследуемого объекта могут привести к абсолютно неверным предсказаниям. Эти ошибки могут возникать вследствие элементарного незнания всех начальных условий.

Применительно к невозможности делать долгосрочные прогнозы погоды существенную зависимость от начальных условий

иногда называют «эффектом бабочки», предполагающим, что взмах крыла бабочки в Бразилии может привести к возникновению торнадо в Техасе. Дополнительные неточности в результатах исследований и расчетов могут вносить факторы воздействия на систему, которые появляются в период ее существования с начального момента до появления окончательного результата. При этом факторы воздействия могут быть как экзогенные (внешние), так и эндогенные (внутренние).

Один из главных выводов теории хаоса, таким образом, заключается в следующем: будущее предсказать невозможно, так как всегда будут ошибки в измерении, порожденные незнанием всех факторов и условий.

Еще одним свойством хаоса является экспоненциальное накопление ошибки; т. е. достоверность прогнозов со временем быстро падает. Данный вывод выступает существенным ограничением для применения фундаментального анализа, оперирующего, как правило, именно долгосрочными категориями.

К хаосу системы могут перейти разными путями. Бифуркация (от лат. bifurcus — раздвоенный) представляет собой процесс качественного перехода от состояния равновесия к хаосу через последовательное очень малое изменение периодических точек. Необходимо отметить, что происходит качественное изменение свойств системы, так называемый катастрофический скачок. Момент скачка происходит в точке бифуркации.

Теория хаоса изучает порядок хаотической системы, которая выглядит случайной, беспорядочной. При этом теория хаоса помогает построить модель такой системы, не ставя задачу точного предсказания поведения хаотической системы в будущем. Необходимость в применении теории хаоса возникает при анализе финансовых данных за большой период времени. Такой анализ необходим при инвестициях на большой срок. Локально (на небольшом промежутке времени) траектории цен финансовых активов ведут себя случайно, хотя значительно отличаются от броуновского движения; их можно изучать с помощью фрактальной геометрии. Глобально (за несколько месяцев или лет) траектории ведут себя не случайным образом. Это объясняется случайнym колебанием цены в краткосрочном периоде и меньшей зависимостью цены от случайных факторов в долгосрочном периоде. Здесь цена больше зависит от общей деловой активности рынка и других фундаментальных факторов. Динамика

изменения цены при этом менее сложная, чем в краткосрочном масштабе, и подается изучению с помощью теории хаоса.

Фазовое пространство — это абстрактное пространство, координатами которого являются степени свободы системы.

Аттрактор — это то, к чему стремится прийти система. Существуют следующие типы аттракторов:

- точечные аттракторы — простейшая форма аттрактора. Теоретически совместима с равновесием спроса и предложения в экономике или с рыночным равновесием (рис. 9.1, а);
- аттракторы предельного цикла представляют рыночную волатильность относительно равновесия, или «маркет-шум» (рис. 9.1, б);
- странные, или фрактальные аттракторы отображают множественные колебания различной амплитуды, которые содержатся внутри множества аттрактора предельного цикла, называемого «фазовым пространством» (рис. 9.1, в).

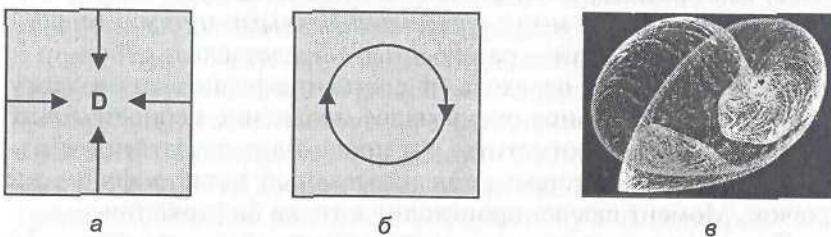


Рис. 9.1. Типы аттракторов:
а — точечные; б — предельного цикла; в — странные, или фрактальные

Несмотря на сложность поведения хаотических аттракторов, иногда называемых странными аттракторами, знание фазового пространства позволяет представить поведение системы в геометрической форме; и хотя определить нахождение системы в конкретный момент времени в конкретной точке фазового пространства практически невозможно, область нахождения объекта и его стремление к аттрактору предсказуемы.

Рыночные цены стремятся к уровню естественного равновесия в пределах диапазона иен. Эти уровни или диапазоны могут быть описаны как аттракторы. Однако данные в пределах этих диапазонов остаются случайными.

Фрактал — это геометрическая фигура, определенная часть которой повторяется снова и снова; отсюда проявляется одно из

свойств фрактала — самоподобие. Другое свойство фрактала — дробность размерности фрактального пространства. Дробность размерности фрактала есть математическое отражение меры неправильности фрактала. В техническом анализе типичным примером фрактала являются волны Эллиота, где также работает принцип самоподобия.

Рынок — это продукт массовой психологии и объединение фрактальных структур индивидуальных трейдеров; т.е. рынок создается турбулентной коллективной деятельностью и представляет собой нелинейное явление.

9.2. Гипотеза фрактального рынка (FMH)

Многие технологии современного финансового анализа основываются на предположениях, связанных с гипотезой эффективного рынка, которая гласит, что изменения приращений в логарифмических координатах $g_i = \ln(x_i - x_{i-1})$, где x_i — цена актива на рынке ценных бумаг, представляют собой гауссовский случайный процесс. Однако последние исследования показывают, что реальное распределение вероятностей отличается от гауссовского, имеет более острый пик максимума, более «толстые» хвосты распределения и является асимметричным. Все новые очевидные примеры продолжают свидетельствовать, что финансовые рынки ведут себя не так, как предсказывает теория случайных блужданий.

Для описания финансовых рынков более подходит гипотеза фрактального рынка (FMH), которая подчеркивает апияние ликвидности и инвестиционных горизонтов на поведение инвесторов. Представим основные положения этой гипотезы.

1. Рынки стабильны, когда на них присутствуют инвесторы с большим количеством различных временных горизонтов, что обеспечивает устойчивую ликвидность. Пока участвуют инвесторы с различными инвестиционными горизонтами, паника на одном горизонте может быть поглощена другими инвестиционными горизонтами в качестве возможности покупки (или продажи). Если же весь рынок имеет один и тот же инвестиционный горизонт, то он становится нестабильным. Нехватка ликвидности порождает панику.

2. На коротких временных горизонтах факторы технического анализа важнее фундаментальных, которые становятся более важными на длинных временных горизонтах.

3. Если происходит событие, ставящее под сомнение достоверность фундаментальной информации, долгосрочные инвесторы либо прекращают участие на рынке, либо начинают торговать на основании краткосрочного инвестиционного множества. Когда общий инвестиционный горизонт рынка сокращается до однородного уровня, рынок становится нестабильным.

4. Цены отражают сочетание краткосрочной технической торговли и долгосрочной фундаментальной оценки. Основная тенденция на рынке отражает изменения в ожидаемом доходе на основании изменяющейся экономической среды. Краткосрочные тенденции, более вероятно, являются результатом поведения толпы.

5. Если ценная бумага никак не связана с экономическим циклом, то не будет никакой долгосрочной тенденции, будут доминировать торговля ценными бумагами, ликвидность и краткосрочная информация.

В отличие от ЕМН гипотеза фрактального рынка говорит, что информация оценивается согласно инвестиционному горизонту инвестора. Поскольку инвесторы с различными инвестиционными горизонтами оценивают информацию по-разному, распространение информации также будет неровным. В любой конкретный момент цены не могут отражать всей имеющейся информации, а отражают только ту, которая важна для данного инвестиционного горизонта.

Акции и фьючерсы — классические примеры ценных бумаг. Прибыль от покупки и продажи сравнима с колебаниями маятника — каждая ценная бумага или фьючерсный контракт располагаются в своем собственном фазовом пространстве. Долгосрочное прогнозирование сильно зависит от точности измерения начальных условий рынка.

Гипотеза фрактального рынка находит свое выражение в следующих явлениях:

- цены проявляют лептоэкспоненциальное распределение;
- картина динамики изменения цен одинакова для отрезка времени в день, неделю, месяц (фрактальная структура);
- уменьшение надежности предсказания с увеличением его периода;

• цены проявляют кратковременную и долговременную корреляцию и тренды (эффект обратной связи);

• хаотическая активность рынка при некоторых условиях (критические уровни).

Под фрактальными закономерностями на рынке ценных бумаг понимается устойчивое (проявляющееся с наибольшей вероятностью) единообразие динамики изменения характерных параметров (цен открытия и закрытия, минимумов и максимумов, объема и т. п.), самоподобно проявляющихся в различных временных масштабах.

На рис. 9.2 представлен генератор фрактала из трех частей, который может быть неоднократно интерполирован в каждую часть следующих диаграмм (три диаграммы ниже). Появляется модель, сильно напоминающая рыночные ценовые колебания. На рисунке показаны только первые стадии, хотя процесс продолжает повторяться.

Фрактальный генератор может быть построен, основываясь на исторических рыночных данных. Используемая модель не просто рассматривает то, что рынок делал вчера или на прошлой неделе. Фактически, это более реалистическое описание рыночных колебаний. Графики, созданные генераторами, произведен-

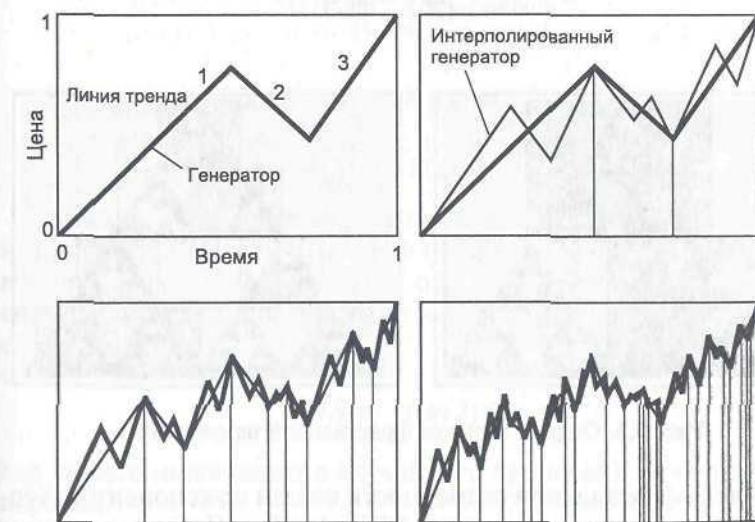


Рис. 9.2. Генератор фрактала из трех частей

ными этой моделью, могут моделировать альтернативные сценарии, основанные на предыдущей рыночной деятельности.

Эти методы не пытаются прогнозировать ценовые снижения или повышения в определенный день на основе прошлых данных, но они помогают оценить вероятность того, что рынок мог бы делать, и позволяют подготовиться к неизбежным бурям.

Индекс фрактальной размерности (FDI) определяется следующим образом:

$$d = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln(N_A(1/n))}{\ln(n)},$$

где $N_A(1/n)$ – число блоков с длиной стороны, равной $1/n$, необходимое для того, чтобы покрыть множество A .

На рис. 9.3 показан пример оценки индекса фрактальной размерности треугольника Серпинского. В этом случае $N_A(1/2^n)$ – число блоков с длиной стороны $1/2^n$, которое необходимо, чтобы покрыть S – треугольник Серпинского.

$$d_s = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln(3^n)}{\ln(2^n)} = \frac{\ln(3)}{\ln(2)} = 1,58.$$

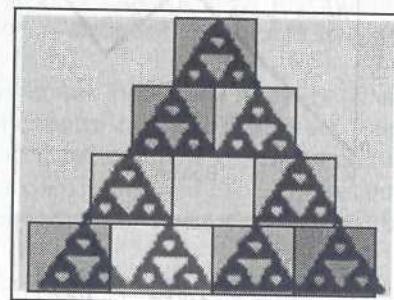
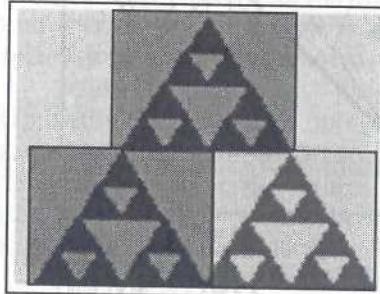


Рис. 9.3. Оценка индекса фрактальной размерности

Индекс фрактальной размерности связан с экспонентой Хёрста следующим соотношением: FDI: $d = 2 - H$. Само значение экспоненты Хёрста может быть оценено при помощи следую-

щих вычислений. Пусть дана временная последовательность наблюдений x_t , определим последовательность

$$X(t, \tau) = \sum_{u=1}^t x_u - \bar{x}_\tau,$$

$$\text{где } \bar{x}_\tau = \frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^\tau x_t.$$

Таким образом, $X(t, \tau)$ измеряет сумму разностей наблюдений за время от 1 до t в сравнении со средним первых τ наблюдений.

Размах $R(\tau)$ определяется следующим образом:

$$R(\tau) = \max_{t=1}^{\tau} X(t, \tau) - \min_{t=1}^{\tau} X(t, \tau).$$

Стандартное отклонение на интервале τ :

$$S(\tau) = \sqrt{\left(\frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^{\tau} (x_t - \bar{x}_\tau)^2 \right)}.$$

Наконец, саморегулируемый размах:

$$R/S(\tau) = R(\tau)/S(\tau).$$

Это выражение сравнивает наибольшее количество изменений, случившихся за начальный период времени с тем, что произойдет дальше в сравнении с ожидаемым значением дисперсии. Асимптотическое значение $R/S(\tau)$ определяется следующим образом:

$$R/S(\tau) = ((\pi/2)\tau)^{1/2}$$

для любого независимого случайного процесса с конечной дисперсией.

Если построить график $\log(RS(\tau))$ по отношению к $\log(\tau)$, мы получим линию, наклон которой определяет экспоненту

Хёста. На практике, для финансовых данных эта прямая линия поднимается вверх до некоторого значения t и затем падает. Таким образом, t дает некоторое представление о том, на каком интервале в прошлом имеется существенная зависимость.

FDI может использоваться в техническом анализе наряду с другими индикаторами:

- значение индекса заключено в интервале между 1.0 и 2.0;
- $1 < FDI < 1.4$ подтверждает сигналы пересечения линии скользящего среднего и сигналы продолжения тенденции;
- $FDI = 1.2$ соответствует гладкой кривой;
- $FDI < 1.4$ — долгосрочный позиционный трейдинг, следующий стратегии тренда;
- $FDI = 1.5$ — чисто случайный непредсказуемый рынок;
- $FDI > 1.6$ соответствует активной краткосрочной стратегии трейдинга;
- $FDI = 1.8$ — очень волатильные в широком пределе торги.

Кроме того, индекс фрактальной размерности определяет персистентность или антиперсистентность рынка, причем персистентный рынок слабо колеблется относительно рыночного тренда, в то время как антиперсистентный рынок проявляет существенную волатильность относительно тренда. Кроме того, антиперсистентный рынок имеет более изрезанный ценовой **график** и более часто проявляет изменение тенденций.

9.3. | Нелинейная динамическая модель финансового рынка

Фрактальные кривые являются странными **аттракторами** нелинейных динамических систем. Построение и исследование таких систем — это один из способов прогнозирования поведения рынка. Рассмотрим нелинейную модель, в которой анализируется влияние новостей и инсайдеров на динамику рынка пенных бумаг.

Предположим, что существует два типа трейдеров на рынке ценных бумаг. Первую группу составляют: фундаменталистские или информационные трейдеры ("трейдеры"), которые покупают ценные бумаги, когда их цена ниже фундаментального значения и продают, когда она выше фундаментального значения.

Другая группа — «шумовые» трейдеры, или iV-трейдеры, которые используют методику технического анализа и критерий скользящего среднего с различными периодами слаживания, для того чтобы точки пересечения этих кривых интерпретировать как моменты смены тенденции.

Пусть x — текущая рыночная цена единицы ценных бумаг, и пусть v — ее фундаментальное значение, которое можно рассматривать как текущее дисконтированное значение рационально ожидаемого будущего среднего дохода единицы ценных бумаг, /"-трейдеры оценивают фундаментальное значение в посредством анализа доступной публичной информации для экономики в целом, отрасли, конкретного предприятия и эмитента. В общем случае, текущая рыночная цена x отличается от фундаментального значения. F -трейдеры полагают, что это означает временную неверную оценку цены и верят в то, что X И U совпадут в долгосрочной перспективе. Но оценка фундаментального значения v является дорогостоящей. Если x меньше v в данный момент, F -трейдеры рассчитывают получить существенный выигрыш в будущем, поэтому они пытаются войти на рынок и купить единицу ценных бумаг. Наоборот, если x больше v , /"-трейдеры ожидают убытки в будущем и пытаются продать единицу ценных бумаг и покинуть рынок. Более того, решение F -трейдеров купить или продать зависит от величины разницы между v и x (спреда). Если спред (разница) строго положителен, возможность получения дохода и желание приобрести ценные бумаги велико, с другой стороны, если имеет место сильно негативное значение спреда, риск потери капитала и желание отказаться от ценных бумаг велик.

Другими словами, чем больше спред, тем больше желание принять участие в торгах. Таким образом, можно принять, что стратегия /"-трейдера определяется простой функцией избыточного спроса:

$$ef_t = c_F(v_t - x_t)^3 = ((v_t - x_t)^3),$$

$$v_t = v_{t-1} + h\epsilon_t$$

с неотрицательным параметром c_F , изменяющим реакцию трейдеров на понижение цен. Пусть для простоты $c_F = 1$. Мы предполагаем, что ϵ_t — стандартный гауссовский белый шум, кото-

рый означает, что процесс изменения величины V , представляет собой случайные блуждания.

В отличие от $/$ -трейдеров \backslash -трейдеры придерживаются АТ-стратегии, которая основана на техническом анализе. Одно из наиболее простых и широко используемых правил — правило скользящего среднего, согласно которому сигналы покупки и продажи генерируются двумя скользящими средними уровня индекса: скользящее среднее с большим периодом сглаживания и скользящее среднее с коротким периодом сглаживания. В простейшей форме эта стратегия состоит в покупке (или продаже), когда скользящее среднее с коротким периодом поднимается или падает ниже кривой скользящего среднего с длинным периодом сглаживания.

В модели мы примем одно из простейших правил: скользящее среднее с коротким периодом — это просто текущая рыночная цена, и скользящее среднее длинного периода — это просто экспоненциальное взвешенное скользящее среднее, которое является адаптивным ожиданием текущей цены x .

Пусть y означает скользящее среднее длинного периода. Следовательно, стратегия \backslash -трейдеров может также быть представлена следующим упрощенным выражением функции избыточного спроса:

$$en_t = c_N(x_t - y_t) = x_t - y_t,$$

$$y_t = \alpha x_{t-1} + (1-\alpha)y_{t-1}, \quad \alpha \in [0, 1],$$

где C_N — параметр, измеряющий реакцию избыточного спроса N -трейдера на изменение цены.

Для простоты положим $C_N = 1$. Параметр α соответствует распределению весов для сглаживания с большим периодом — чем больше это значение, тем короче эффективный период скользящего среднего.

Динамическое уравнение рыночных цен. Предположим, что сумма долей F -трейдеров и N -трейдеров на рынке равна 1, а доля F -трейдеров составляет w ; тогда общий избыточный спрос рынка в целом составляет:

$$e_t = w_t e_f + (1-w_t) e_n,$$

где положительное значение e , означает, что спрос превосходит предложение; отрицательное значение e_x означает, что предложение превышает спрос. В общем случае мы можем предположить, что изменения рыночных цен определяются непрерывной монотонно возрастающей функцией агрегированного избыточного спроса. Модель динамической регулировки рыночных цен определяется следующим уравнением в конечных разностях:

$$x_{t+1} - x_t = be_t = bw_t e_f + b(1-w_t) e_n.$$

В этом уравнении неотрицательный параметр b измеряет гибкость регулировки.

По мере того как рыночная цена изменяется, доли двух типов инвесторов также изменяются. Мы предполагаем, что эти изменения основываются на эффективности результата применения предыдущих стратегий. Если F -трейдеры получают доход больше, чем N -трейдеры в прошлом N -периоде, то часть N -трейдеров становятся F -трейдерами, и все происходит наоборот, если F -трейдеры получают меньший доход. Более того, чем выше эта разность, полученная в течение заданного числа прошлых периодов, тем больше вероятность, что трейдер перейдет к использованию другой стратегии. Пусть R — прошлый относительный доход двух стратегий торгов для двух типов инвесторов

$$R_t = \left[x_t \sum_{j=t-k}^{t-1} e_f j - \sum_{j=t-k}^{t-1} x_j e_f j \right] / k - \left[x_t \sum_{j=t-k}^{t-1} e_n j - \sum_{j=t-k}^{t-1} x_j e_n j \right] / k.$$

Изменение доли F -трейдеров и N -трейдеров производится согласно логистической зависимости по формуле:

$$w_{t+1} = \frac{w_t}{w_t + (1-w_t)e^{-gR_t}},$$

где g — мера чувствительности к переключению стратегии основывается на относительном доходе от двух стратегий за прошлые k периодов.

В каждый момент времени t появляется новость ξ_t ; ξ — случайная величина, $0 \leq \xi_t \leq 1$. Новости могут быть хорошими или

плохими, для $0 \leq \gamma \leq 1$, если $\xi_t \geq \gamma$, то новость хорошая и ξ_t получает знак «+». В противном случае – новость плохая, ξ_t получает знак «–». Плохие и хорошие новости запоминаются с константой μ , определяющей скорость забывания. В каждый момент времени подсчитывается новостной фон:

$$Q_t = \sum_{\tau=k}^t \xi_\tau e^{-\mu(t-\tau)}.$$

Изменение истинной стоимости ценных бумаг происходит в соответствии с соотношением

$$v_{t+1} = v_t + i \frac{\exp Q_t - 1}{\exp Q_t + 1}$$

при $0 \leq \theta \leq 1$.

Влияние инсайдеров моделируется следующим образом: предположим, что доля инсайдеров на рынке составляет l , при $l = 0,05$, а доход инсайдера определяется как

$$eIns_t = q(x_t - x_{t-1})^2.$$

Формула общего избыточного спроса приобретает вид

$$e_i = w_i e f_i + (1-w_i) e n_i + eIns_{-i} l.$$

Доход инсайдеров за k шагов до настоящего момента:

$$Rins = \left[x_i \sum_{j=t-k}^{t-1} eIns_{-j} - \sum_{j=t-k}^{t-1} x_j eIns_{-j} \right] / k.$$

Общий доход:

$$R_{t+1} = \begin{cases} R_t - Rins, & \text{если } R_t > 0 \\ R_t + Rins, & \text{если } R_t \leq 0 \end{cases}.$$

Оценка влияния новостей рассматривается как часть фундаментального анализа. Фундаментальный анализ включает глубокий анализ показателей экономической эффективности ком-

Панин для определения стоимости ее акций. Фундаментальные трейдеры имеют возможность определить ожидаемый доход и фундаментальное значение цены акций, изучая отчеты компании о доходах, а также другие факторы. По мере поступления новой информации о статусе компании, ожидаемый доход от акций компании изменяется, влияя на цену акций. Преимущества новостного анализа заключаются в его способности предсказывать изменения до того, как они появятся на чартах. Инвестор может сравнивать компании одну с другой и увязывать их перспективы роста с текущей экономической ситуацией, что позволяет ему получать свою собственную оценку акций компании. К сожалению, не существует моделей, формализующих все эти знания для целей принятия решения, и интерпретация анализа новостей может быть субъективна в очень высокой степени. Наиболее ценной чертой новостного анализа является возможность предсказывать точки нестационарности, такие как возрастающий тренд или неубывающий тренд в моменты появления важных новостей. Чтобы объединить преимущества анализа новостей и принятия решений, мы добавили новостной фон в нашу модель, расширив таким образом возможности системы. Новостной фон заменяет или дополняет шум рынка в системе. Интерфейс системы приведен на рис. 9.4.

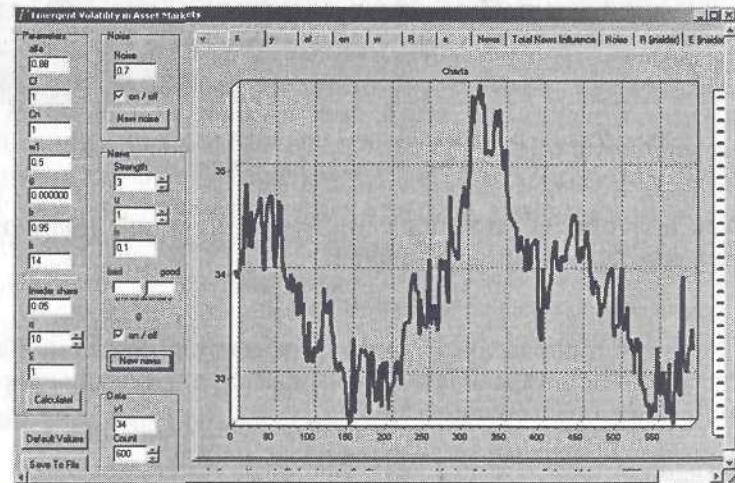


Рис 9.4. Интерфейс системы

Для каждого дня k генерируется случайное новостное событие \hat{k} , интенсивность которого зависит от положения слайдера «good/bad» (рис. 9.5); знак новостей «bad(good)» зависит от смещения слайдера относительно нейтрального положения. Новости в нашей системе имеют возможность накапливаться во времени, причем сила новостей убывает со временем. Аккумулированные новости составляют новостной фон, который может быть нейтральным, позитивным или негативным в зависимости от знака накопленных новостей.

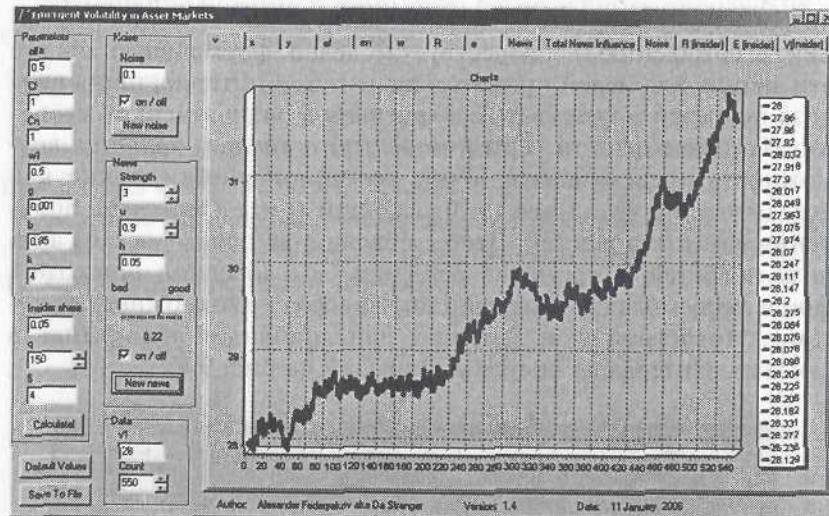


Рис. 9.5. Влияние «хороших» новостей на изменение фундаментальной цены актива

Вес новости, возникший в момент k в составе новостного фона в момент j , пропорционален:

$$\exp(-u*(j - k)),$$

где параметр u определяет скорость забывания новостей. Затем вычисляется общий новостной фон как сумма затухающих новостей за все предыдущие дни.

$$Q_j = \sum_{k=0}^j \xi_k \exp(-u*(j - k)),$$

$Qj=t<$

4=0

где ξ_k – интенсивность новости. Затем вычисленный таким образом новостной фон используется для модификации значений фундаментальной цены на следующий день в виде логистического закона:

$$v_{j+1} := v_j + h * (\exp Q_j - 1) / (\exp Q_j + 1),$$

где h – константа, определяющая степень влияния новостного фона. Затем вновь вводится шумовой фактор. Генерируется белый гауссовский шум со средним значением, которое может устанавливаться при помощи программного интерфейса в окне «noise».

В результате воздействия двух факторов, влияющих на значение фундаментальной цены, изменение переменной v можно рассматривать как случайные блуждания, управляемые новостным фоном:

$$v_{j+1} := v_j + (h * (\exp Q_j - 1) / (\exp Q_j + 1)) + \epsilon_j.$$

Моделирование эффекта «хороших» и «плохих» новостей на рыночную волатильность показывает, что подъем и спад цен имеет место в случаях «хороших» и «плохих» новостей, возникающих на рынке. Более того, диапазон изменения цен зависит от неотрицательного параметра b , которое определяет чувствительность рынка к агрегированному избыточному спросу e_t . На рис. 9.5 приведена типичная картина влияния «хороших» новостей на повышение курса.

Инсайдеры на рынке ценных бумаг. Компонента инсайдеров была внедрена в модель следующим образом. Инсайдеры в своих руках имеют определенную долю рынка (мы обозначили ее как « $/$ »). Они всегда получают прибыль, размер которой может быть вычислен следующим образом:

$$eIns_t := q * (x_t - x_{t-1})^2,$$

где q – константа.

Прошлый относительный доход инсайдеров в течение прошлого k периода оценен как

$$Rins = [x_t \sum_{j=t-k}^{t-1} eIns_j - \sum_{j=t-k}^{t-1} x_j eIns_j] / k.$$

Если инсайдеры получают прибыль, это значит, что кто-то наоборот остается в проигрыше, и, таким образом, мы предполагаем, что прошлый относительный доход инсайдеров уменьшает относительный доход других агентов фондовой биржи:

```

IF  $R_t > 0$ 
THEN
 $R_{t+1} = R_t - Rins_p$ 
ELSE
 $R_{t+1} := R_t + Rins_t,$ 

```

где R_t — прошлый относительный доход в течение прошедших k периодов;
 $Rins$ — относительный доход инсайдеров.

Теперь в присутствии трех типов агентов на рынке совокупный избыточный спрос всего рынка вычисляется по следующей формуле:

$$e_t = w_t * ef_t + (1 - w_t - l) * en_t + eIns_t * l.$$

После этого мы оцениваем силу воздействия, которую инсайдеры могли бы оказывать на фундаментальную цену. Опишем эту часть модели в общих чертах, делая основной акцент на главной идее процесса. Мы исследовали два варианта функции влияния инсайдеров на изменение фундаментальной цены. Вариант A — влияние инсайдеров:

```

IF( $R_t + Rins_p \neq 0$ 
THEN
 $vins_{t+1} = v_t + (h * \exp(-s(1 - (Rins_t / (R_t + Rins_p)))) * (\exp(Q_j) - 1) / (\exp(Q_j) + 1))$ 
ELSE
 $vins_{t+1} = v_t + (h * (\exp(Q_t) - 1) / (\exp(Q_t) + 1)) + \varepsilon_t.$ 

```

Когда мы использовали этот вариант, мы имели возможность проверить совокупное влияние «хороших» новостей и инсайдеров. Результат воздействия инсайдеров, относительная доля которых составляет 0,05 и при значении множителя $q = 150$, общий вид графика остается тем же самым, но масштаб изменения курса уменьшается и достигает только максимальной цены в

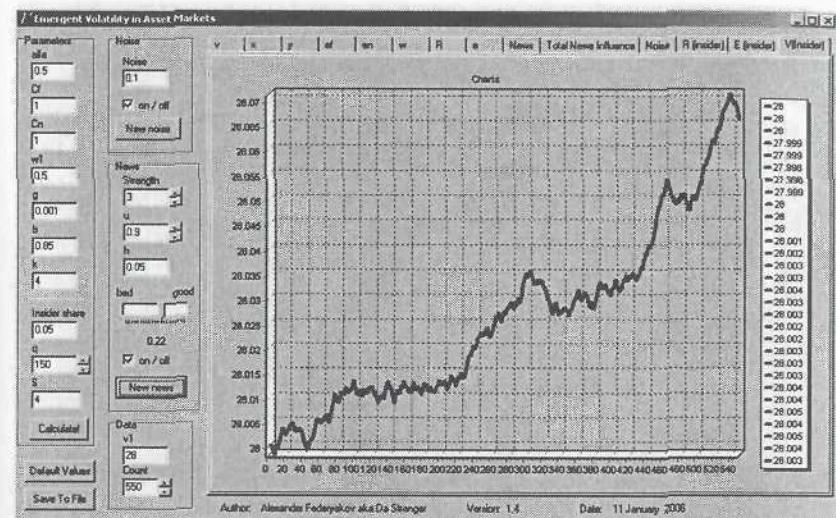


Рис. 9.6. Изменение масштаба роста фундаментальной цены под влиянием инсайдера
(вариант A — влияние инсайдера)

28,07 ед. по сравнению с 32 ед., которые имеют место в варианте без учета влияния инсайдеров (рис. 9.6.).

Рис. 9.6. и 9.7 показывают воздействие инсайдеров на фундаментальную цену в вариантах A и B соответственно. В этом случае, $vins$ представляет новую фундаментальную цену, которая включает влияние инсайдеров на рынок. Сравнивая два графика, рост фундаментальной цены при наличии инсайдеров и без них, можно оценить степень влияния инсайдера на изменение фундаментальной цены (v_t).

Вариант B — влияние инсайдера:

```

IF( $R_t + Rins_p \neq 0$ 
THEN
 $vins_{t+1} = v_t + (h * \exp(-s(Rins_t / (R_t + Rins_p))) * (\exp(Q_j) - 1) / (\exp(Q_j) + 1))$ 
ELSE
 $vins_{t+1} = v_t + (h * (\exp(Q_t) - 1) / (\exp(Q_t) + 1)) + \varepsilon_t.$ 

```

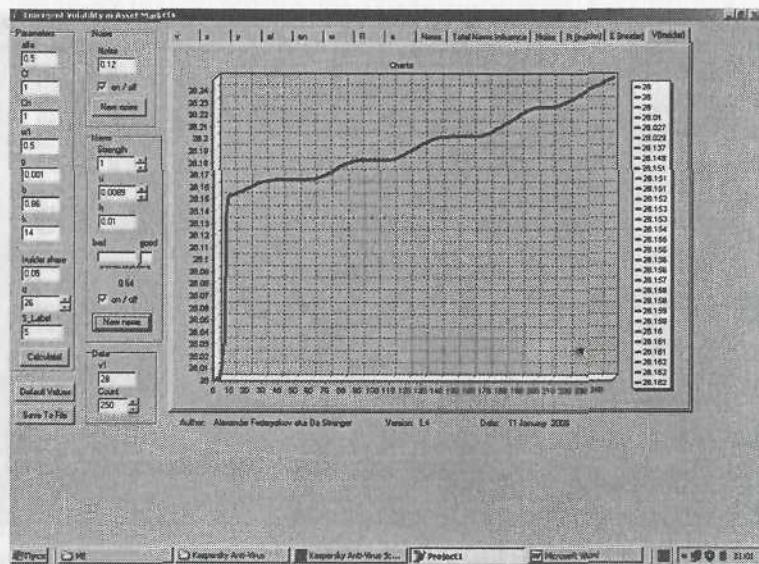


Рис. 9.7. Влияние инсайдеров на фундаментальную цену (вариант B)

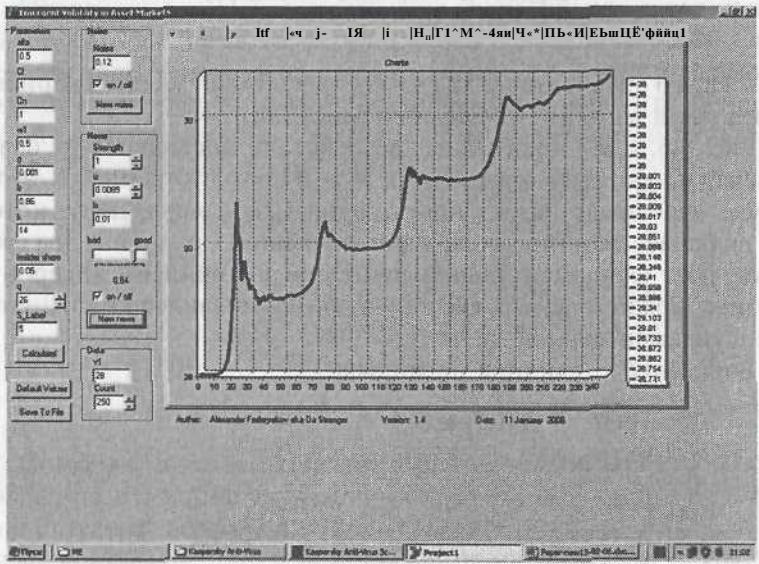


Рис. 9.8. Влияние инсайдеров на рыночную цену активов: пилообразный характер графика

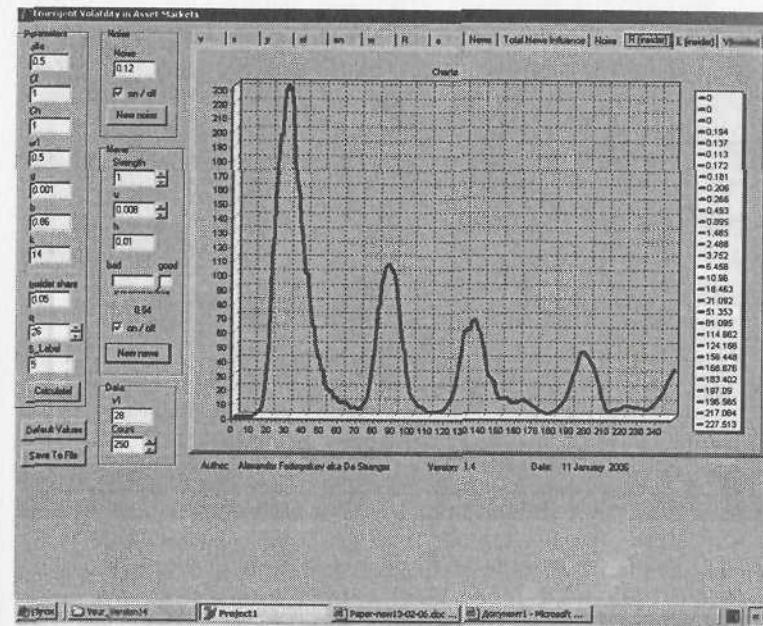
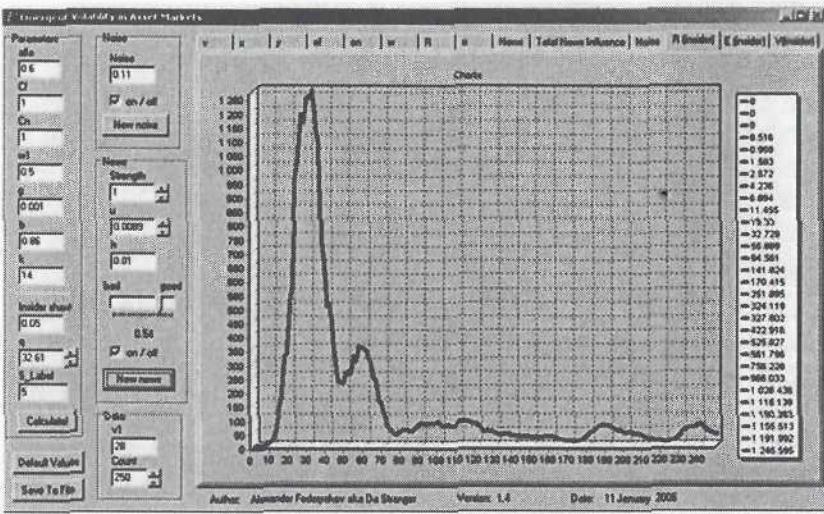
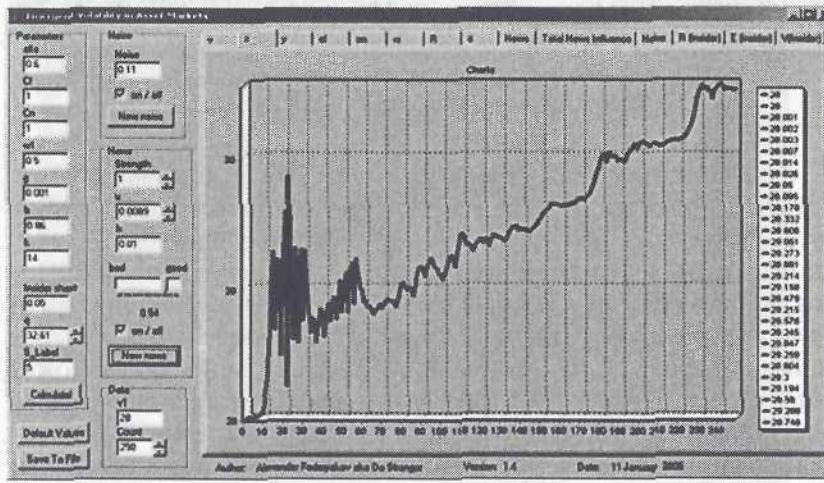


Рис. 9.9. График доходов, получаемых инсайдером: полуволны уменьшающейся амплитуды

Графики временных рядов, по виду соответствующие тому, который приведен на рис. 9.8., могут свидетельствовать о присутствии инсайдеров на рынке. Как показано на рис. 9.9., график доходов, получаемых инсайдерами, представляет собой совокупность полуволн уменьшающейся амплитуды. Причем пики этих полуволн совпадают с моментами пилообразных изменений на графике цены. Уменьшение амплитуды полуволн может объясняться, в частности, тем, что происходит экспоненциальное затухание влияния новостей на рынке. Из результатов моделирования вытекает, что увеличение инфляции и рост цен активов обусловлены тем, что инсайдеры не инвестируют полученных средств в промышленность, а используют их в секторе потребления. В результате значение фундаментальной цены не увеличивается, а цены на рынке ценных бумаг растут. На рис. 9.10, Й, б показано, что в модели получение инсайдером сверхдоходов может приводить к обвалу рынка.



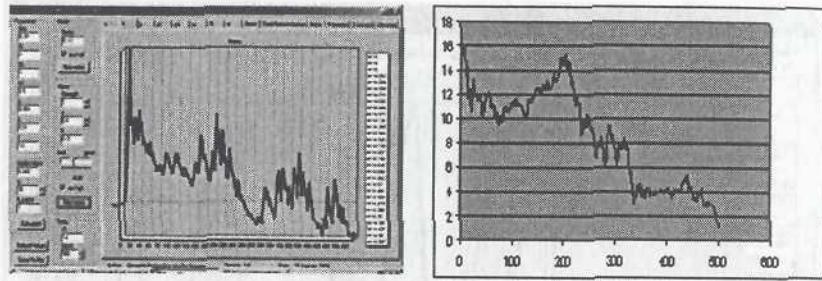
a



b

Рис. 9.10. График сверхдоходов, получаемых инсайдером, приводящих к обвалу рынка;

а — сверхдоходы, вызывающие обвал рынка;
б — поведение рыночной цены вблизи точки обвала рынка



a

б

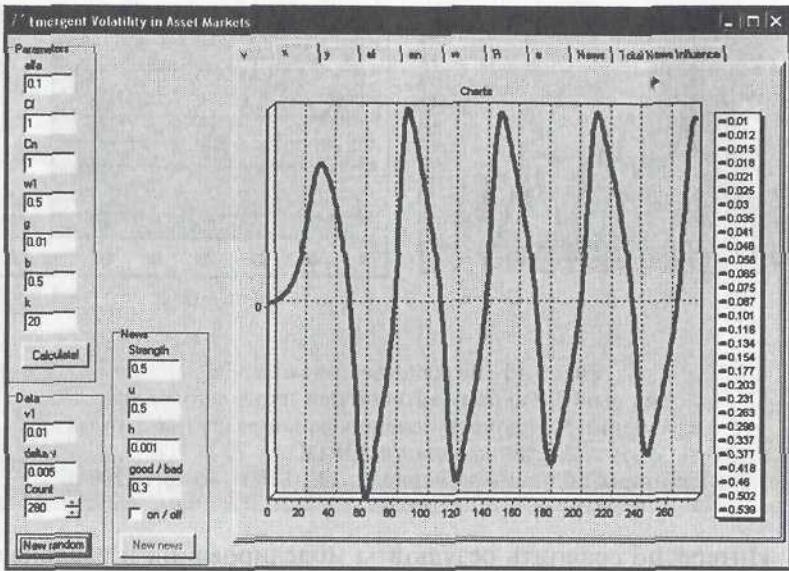
Рис. 9.11. Воздействие инсайдеров:
о — на рыночную цену активов при плохих новостях;
б — сравнение результатов моделирования реальных данных
по компании КХОС:
цены открытий акций за период с 13.10.2003 по 26.11.2004

Интересно сравнить результаты моделирования и реальные данные с фондового рынка (рис. 9.11, а, б); картина выглядит достаточно схожей.

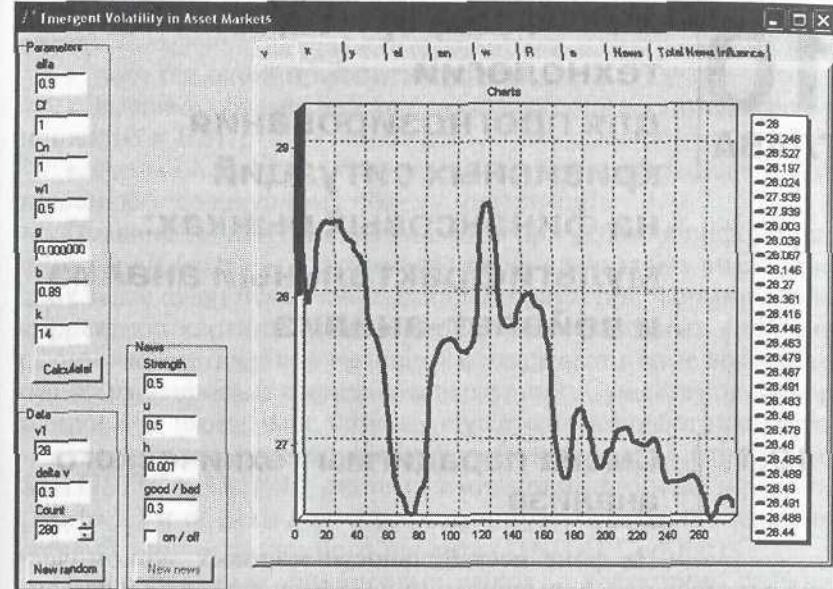
Как упоминалось выше, в модели функционируют фундаментальные трейдеры, ориентирующиеся на фундаментальную цену активов, инсайдеры и шумовые трейдеры, использующие методику технического анализа и критерий скользящего среднего с различными периодами сглаживания, для того чтобы точки пересечения этих кривых интерпретировать как моменты смены тенденции.

В модели допускается, что трейдеры переходят от одного типа стратегий к другой в зависимости от относительной величины дохода, полученного за определенный период времени в результате применения ранее выбранной стратегии. Общепринятая гипотеза эффективного рынка объясняет очевидный хаотический характер поведения цен на рынке появлением более или менее случайных известий (шума). Однако имеются основания считать, что некоторые колебания цен далеко выходят за пределы фундаментального значения v , которые могут быть объяснены наличием шума.

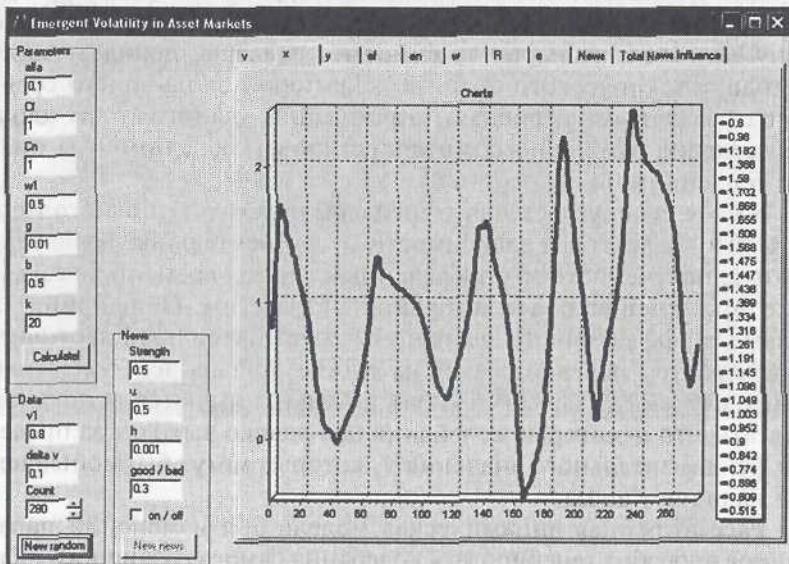
Рассмотренная динамическая модель при изменении параметров способна генерировать колебания самого различного вида (рис. 9.12, а, б, в).



a



b



b

Рис. 9Л2. Выходной сигнал модели:
a — в виде гармонических колебаний;
b — в виде хаотических изменений уровня цены
(странный аттрактор); *c* — в виде фигуры «голова и плечи»,
характерной для технического анализа

Она позволила промоделировать некоторые важные моменты, определяющие движение цен на финансовом рынке, в частности, накопление интегрального новостного фона под воздействием потока позитивных и негативных новостей. Показан эффект спекулятивных операций инсайдеров, многократно повторяющих свои операции при хороших новостях и быстро уходящих с рынка в случае плохих новостей, а также эффект обвала рынка при критических значениях параметров.

Новые информационные технологии для прогнозирования кризисных ситуаций на финансовых рынках: мультифрактальный анализ и вейвлет-анализ

10.1.

Смена парадигмы технического анализа

На фоне нестабильности мировых экономических процессов при формировании портфеля реальных и финансовых вложений инвесторам необходимо максимально точно спрогнозировать соотношение таких показателей, как риск и доходность. В условиях же нестабильности риски повышаются, особенно велики они в период кризисов. В результате, одной из ключевых становится проблема предсказания кризисных ситуаций на финансовых рынках, а также связанных с ними рисков. Необходимы инструменты для осуществления наиболее точного прогнозирования таких явлений.

Точность оценки рисков определяется возможностями прогнозирования их динамики и адекватность лежащих в основе этих прогнозов моделей. Попытки разработать методики прогнозирования экономических кризисов и систему «индикаторов раннего предупреждения», рассчитанную на широкий круг облеченные властными полномочиями пользователей, предпринимаются бизнес-аналитиками постоянно. При обзоре помесячных данных об экономическом развитии страны в качестве индикаторов надвигающегося кризиса могут выступать, например:

- резкие колебания курса национальной валюты;
- понижение биржевого индекса;
- рост мультипликатора денежной массы M2;

- сокращение объемов промышленного производства и экспорта;
- рост реальной процентной ставки;
- высокие объемы притока краткосрочного капитала по отношению к ВВП;
- большой дефицит баланса по текущим операциям по отношению к совокупному объему инвестиций.

Правильная расстановка акцентов при работе с информационными массивами и формулирование адекватных аналитических задач являются ключевыми факторами при формировании корректной картины рисков. Развитие современных информационно-аналитических технологий открывает новые возможности прогнозирования кризисных ситуаций. Существуют информационные технологии, которые поддерживают работу экспертов и консультантов, включая статистический анализ (программы STATISTICA, MatLab), системы имитационного моделирования (Anylogic) и оценки долгосрочной и краткосрочной жизнеспособности инвестиционного проекта (UNIDO ComFar).

Моделирование финансовых рынков — достаточно сложная проблема. Значительный вклад в разработку модели финансовых рынков и оценку рисков инвестиций был сделан Марковицем, Шарпом (модель оценки основных фондов), Блэком (теория опционов и хеджирования). Согласно модели оценки дисконтированных денежных потоков, цены акций отражают ожидания инвесторов относительно будущих доходов корпорации. В целом ряде исследований были проанализированы взаимосвязи между доходностью акций и ростом производства, в результате чего были обнаружены сильные корреляционные связи между этими показателями и общим уровнем экономической активности; причем степень коррелированное™ увеличивается при увеличении временного периода (например, месяцы, кварталы, годы). Есть немало эмпирических свидетельств, позволяющих считать, что доходность акций имеет высокую предсказательную силу относительно будущей экономической активности. На рынке акций происходит намного больше сильных скачков цен, чтобы их можно было объяснить как эффекты шума. Трейдеры на рынке действуют на разных временных горизонтах - от минут до нескольких лет и в каждый момент времени - в разных временных шкалах (от минут до лет). Классическое предположение гласит, что временной ряд, имеет нормальное рас-

пределение и предполагает, что степень «толщины» хвостов распределения остаётся неизменной по мере увеличения горизонта инвестирования. Однако в ряде работ было показано, что волатильность доходности активов имеет разные корреляционные свойства в различных временных горизонтах.

Обычная статистическая модель, основанная на предположениях эргодичности и стационарности, не пригодна для анализа кризисов на рынке, поскольку статистические свойства таких нестационарных временных рядов в этих условиях отличаются от обычных. Модели для обычных стационарных условий не пригодны для анализа обвалов рынка. Краху рынка предшествует увеличенная нервозность трейлеров и появление сигналов, которые предсказывают критическую нестабильность динамики рынка. Ряд исследователей считают, что в кризисных ситуациях происходит деформирование времени, периоды конденсации (ускорения времени) перемежаются с периодами разрежения. В периоды конденсации, т.е. в периоды более быстрого трейдинга, ликвидность активов изменяется значительно больше, чем в периоды разрежения, за одинаковый интервал времени.

В экстремальных условиях приращение распределения доходов проявляет сильную положительную корреляцию, причем изменчивость приращения цен проявляет различные долговременные свойства при переходе от больших к малым временным шкалам. Поведение рынка накануне краха связано с переходным поведением, предшествующим множеству устойчивых состояний. Прогнозирование резких катастрофических изменений финансовых рынков осложняется нелинейностью процессов, не позволяющих эффективно применять такие классические методы, как ARIMA, MACD в силу их значительной инерционности.

Однако современный подход характеризуются сменой парадигмы. На смену гипотезы эффективного рынка, арбитражной теории, модели оценки капитальных активов, математической модели теории портфеля Марковица, основанных на гауссовском распределении приращений, теории случайных блужданий приходит фрактальная теория. Финансовые системы являются нелинейными системами и обладают «эффектом бабочки», когда очень маленькие изменения параметров влекут за собой большие последствия. Мы должны стараться предсказать поведение таких систем, особенно в части кризисов и критических ситуациях, чтобы минимизировать финансовые риски.

10.2. | Мультифрактальная модель рынка

В соответствии с теорией хаоса рынки являются монофракталами, т. е. временные ряды имеют самоподобие при разных временных шкалах и характеризуются определенным значение экспоненты Хёрста, оцениваемой как отношение размаха временного ряда R к стандартному отклонению S на некотором интервале (R/S -анализ). Свойство самоподобия математически выражается следующим образом:

$$x(t) \equiv \alpha^{-H} x(\alpha t),$$

где H – экспонента Хёрста, $\alpha > 0$ – масштаб.

Самоподобный процесс является монофракталом. Графически фрактальные временные ряды отличаются тем, что при переходе от рядов, взятых с шагом в минуту, к рядам, взятым с шагом год, мы не видим, чтобы они стали более плавными, они остаются такими же изрезанными, то есть самоподобны при различных масштабах. R/S – анализ является непараметрическим, так как он не предполагает никаких гипотез о форме распределения, в случае если $0,5 \leq H \leq 1$, временной ряд является персистентным, характеризующимся наличием долговременной памяти. В обычные периоды рынок выглядит более регулярным из-за согласованности поведения большого числа агентов на рынке. В случае $0 \leq H \leq 0,5$ мы имеем антиперсистентный временной ряд. Визуально антиперсистентные временные ряды выглядят более «плотными», более изрезанными и смена тренда в них происходит наиболее часто. Персистентные ряды выглядят менее плотными и более гладкими.

В соответствии с *фрактальной моделью* здоровый рынок – это волатильный рынок, а справедливые цены не являются необходимым условием. Фрактальный рынок действует как система с обратной связью и включает долговременные корреляции и тренды, потому что наделен памятью о давних событиях, которые влияют на решения в настоящем. Новая парадигма обобщает реакцию инвестора, включая в себя возможность нелинейной реакции на информацию и, следовательно, влечет за собой расширение существующих взглядов.

Применение мультифрактальной модели вскоре обнаружило, что значение экспоненты Хёрста на разных временных **шкалах** может отличаться, т. е. в диапазоне минут временного ряд может быть антиперсистентным, а в диапазоне месяцев — персистентным. Кальве (1997) была предложена мультифрактальная модель финансовых рынков, согласно которой финансовые временные ряды представляют собою сплетение многих монофракталов (возможно, их бесконечного числа). Следует отметить, что в то время как фрактал есть множество, мультифрактал есть распределение или мера. Мультифрактальная модель доходов по финансовым активам, пришедшая на смену классическим подходам, охватывает явления персистентности многих финансовых временных рядов.

Математически **мультифрактал** определяется свойством:

$$E(|x(t + \Delta t) - x(t)|^q) = c(q)(\Delta t)^{\tau(q)+1},$$

где E — оператор математического ожидания;

$x(t)^q$ — q -й момент функции $x(t)$;

q — вещественное число;

$c(q)$ — предиктор — медленно изменяющаяся функция q ;

$\tau(q)$ — скейлинг-функция представляющая долю приращений временного ряда $x(t)$, введенных в степень q .

где E — оператор математического ожидания;

$x(t)^\alpha$ — α -й момент функции $x(t)$;

α — вещественное число;

$c(\alpha)$ — предиктор — медленно изменяющаяся функция α ;

$i(\alpha)$ — скейлинг-функция представляющая долю приращений временного ряда $x(t)$, введенных в степень α .

Уже скейлинг-функция может служить индикатором мультифрактальности временного ряда. Дело в том, что для монофрактального процесса функция $i(\alpha)$ является линейной ($i(\alpha) = H\alpha - 1$, где H — экспонента Хёрста), и лишь для мультифрактального спектра она является нелинейной.

Вычислительная процедура оценки математического ожидания использует метод партиций, при котором интервал, на котором заданы значения функции $x(t)$, разбивается на N подинтервалов, приращения функции $x(t)$ на смежных интервалах возводятся в степень q , полученные N значений суммируются, образуя функцию партиций $k(x, q)$. Логарифм функции $n(x, q)$ служит для получения статистической оценки скейлинг функции. Вычисление функции партиций, с точки зрения описания экономических процессов, можно рассматривать как процесс **образования хронологического времени в «бизнес-время»**.

Скейлинг характеризует инвариантность временного ряда по отношению к изменению масштаба временного ряда (минута, день, год), и по отношению к сдвигам во времени и изменению единиц времени. С другой стороны скейлинг-функция определяет правила изменений значений функции временного ряда высокой частоты (более быстрые) и низкочастотные (более медленные). Скейлинг — это правило, которое связывает доходы по ценным бумагам на различных интервалах отчетах. Производная скейлинг функции используется для получения оценки фрактального спектра/ f_α) процесса, которая, в свою очередь, определяет долю (меру) отсчетов функции $x(t)$ иррегулярность (изрезанность) которых характеризуется значением α — экспоненты Хольдера. Изрезанность функции характеризуется условием, что функция $x(\cdot)$ принадлежит к классу функций Хольдера порядка α , если

$$|x(t + \Delta t) - x(t)| \leq C(\Delta t)^\alpha.$$

Мультифрактальный спектр определяет иррегулярности распределения рыночных доходов во времени и тем самым «рандомизацию» рынка. Изменения мультифрактального спектра отражают различные образы в окрестности существенных обвалов рынка. Другими словами, вид изменения иррегулярности изменяется по-разному в периоды, непосредственно предшествующие обвалу рынка, и после таких кризисных событий. Так, наличие на графике временного ряда резких скачков большой амплитуды, соответствующих высокой волатильности рынка, расширяет мультифрактальный спектр.

Мультифрактальная модель позволяет анализировать различные долговременные корреляционные свойства при переходе от больших к малым временным шкалам. Анализ фрактального спектра позволяет объективно диагностировать периоды нервозности трейдеров, предшествующие кризису с большими скачками цен, более коротким и более частыми транзакциями. Анализ мультифрактального спектра может явиться одним из таких сигналов. Ширина фрактального спектра можно оценить как разность между максимальными и минимальными значениями α .

$$\Delta\alpha = \alpha_{\max} - \alpha_{\min}.$$

В период, предшествующий кризису, происходит изменение статистических свойств временного ряда от персистентного к анти персистентному. Имеется зависимость между магнитудой кризиса и степенью персистентности рынка ценных бумаг. Существует измеримое давление рынка, увеличение персистентности и уменьшение случайности, ведущее к обвалу. Увеличение регулярности и меньшая степень мультифрактальности указывают на согласованность или взаимозависимость различных участников рынка. Таким образом, можно высказать предположение, что поведение и, в частности, ширина диапазона мультифрактального спектра способны служить индикатором состояния рынка.

10.3. Вейвлет-преобразование

Мультифрактальная модель позволяет описать важные эмпирические зависимости в разных временных рядах, включая хвосты распределения (неподчиняющиеся нормальному распределению частоты экстремальных событий) и наличие долговременной памяти процесса.

Говоря о методах прогнозирования, нельзя не сказать о *вейвлет-анализе*. Вейвлет-анализ позволяет проводить анализ временных рядов в разных временных шкалах, для выполнения его имеется готовый программный продукт - Matlab (Matlab). В переводе с английского слово «вейвлет» означает «маленькая волна». Такое название объясняется тем, что функции, используемые в вейвлет-анализе, часто имеют вид волны. Сам по себе вейвлет-анализ по смыслу аналогичен Фурье-анализу: в обоих случаях речь идет о представлении исследуемого процесса в виде линейной комбинации различных функций, именуемых базисом соответствующего преобразования. *Вейвлет* – волновая форма ограниченной длительности со средним значением, равным 0. Вейвлет-анализ представляет по сравнению со спектральным Фурье-анализом следующий логический шаг: техника выделения окон для анализа с переменным размером. Вейвлет-анализ позволяет использовать длинные временные интервалы, где мы хотим получить более точную низкочастотную информацию, и короткие временные интервалы, где хотим получить высокочастотную информацию.

Для вейвлет-анализа характерно понятие масштаба (scale); даже графическое представление в виде диаграммы специального вида именуется скейлограмма или скалограмма (scalogramm). Под масштабом следует понимать колебательные процессы различной периодичности. Будем говорить, что низкочастотные колебания имеют более крупный масштаб, а высокочастотные – более мелкий. Вейвлет-анализ называют микроскопом, поскольку он позволяет исследовать каждый масштаб с необходимой и достаточной для него разрешающей способностью.

Вейвлет-преобразование (WT) в большой степени позволяет преодолеть недостатки преобразования Фурье (FT), не сохраняющего информацию о динамике изменения сигнала, поскольку базисные функции WT обладают свойством *временной локализации*, т.е. обладают конечной энергией (нормой):

$$E_f = \int_{-\infty}^{\infty} |f(t)|^2 dt < \infty.$$

Как и для FT, для построения базиса WT используется одна функция, именуемая *материнским вейвлетом* (mother wavelet) – $\psi(t)$. На рис.10.1. представлены примеры часто используемых вейвлетов.

Построение базиса вейвлет-преобразования. Вейвлет-преобразование сигнала $f(t)$ заключается в следующем разложении:

$$f(t) = c_0\psi(t) + \sum_{j=1}^{N} \sum_{k=0}^{2^j-1} c_{jk}\varphi_{jk}(t),$$

где $\psi(t)$ – отцовский вейвлет, являющийся аналогом константы; $\{\varphi_{jk}(t)\}$ – базис, т.е. функции, полученные из материнского вейвлета $\psi(t)$ путем двух основных операций: *сжатие* (scaling) и *сдвиг* (shifting), при этом производится временное сжатие в 2^j раз и сдвиг полученной функции на $2^{-j}k$: $\varphi_{jk}(t) = 2^{j/2}\psi(2^j t - k)$, например $\varphi_{10}(t) = \sqrt{2}\psi(2t)$.

Непрерывное вейвлет-преобразование (CWT):

$$\text{CWT}_x^{\psi}(\tau, s) = \Psi_x^{\psi}(\tau, s) = \frac{1}{\sqrt{|s|}} \int x(t)\psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right) dt,$$

где s – масштаб.

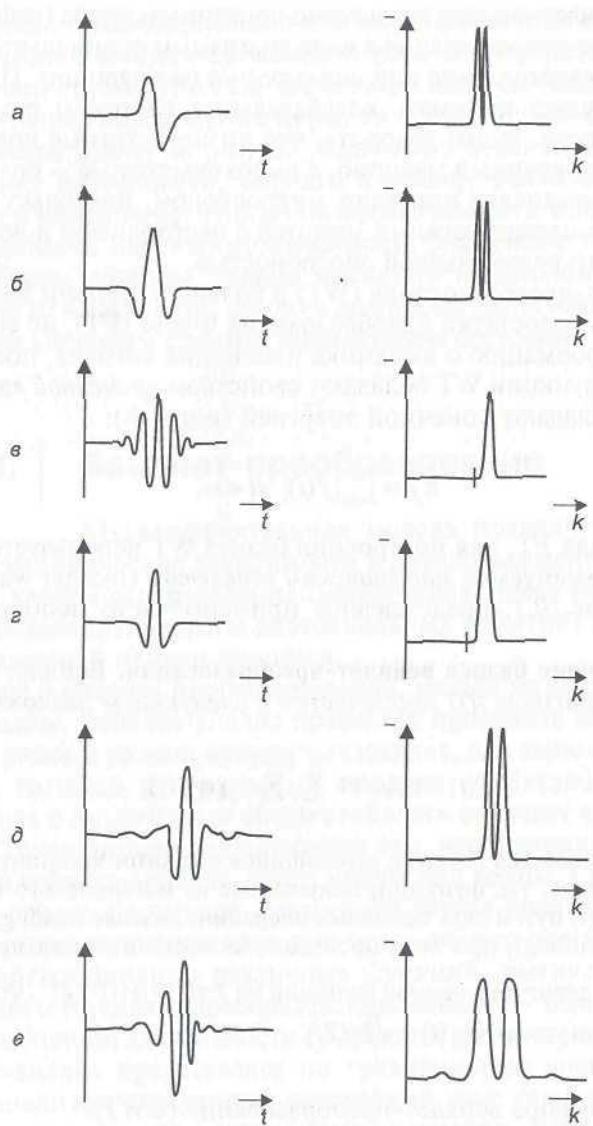


Рис. 10.1. Временное представление некоторых вейвлетов и соответствующие им Фурье-образы:
 а — WAVE; б — MHAT (мексиканская шляпа); в — Morlet (Морле);
 г — Paul (Пауль); д — LBM; е — Daubechies (Добсши)

Вычислительная процедура дискретного WT (DWT) состоит в вычислении временной свертки сигнала с $\langle p_{n,k} \rangle$. Поскольку длина вейвлета для каждого последующего масштаба уменьшается в два раза, для DWT используется вычислительная процедура, аналогичная быстрому преобразованию Фурье (БПФ). Для масштаба $/ = 1$ определяются два коэффициента: c_{10} и c_n , для $7 = 2-4$ коэффициента и т.д.; поэтому вычислительный алгоритм DWT называют *пирамидальным алгоритмом*. Для удаления шума производят DWT, обрабатывают полученный образ и производят обратное вейвлет-преобразование (IDWT). Алгоритм IDWT аналогичен алгоритму DWT. Необходимым условием для возможности осуществить восстановление сигнала по его DWT путем **обратного** преобразования является ортогональность базиса. К ортогональному относится базис на основе вейвлета Добсши.

Рассмотрим применение вейвлет-анализа на примере российского индекса РТС в период накануне кризиса 1998 г. Выделим рабочий интервал, который включает 410 торговых дней на этапе роста до 8.08.1997. Если временной интервал значительно короче, то «волны» гармонического сигнала недостаточно для выделения периодической компоненты на фоне шума. Результаты вейвлет-анализа достаточно устойчивы, когда число отсчетов изменяется в самой широкой (ранней) волне, но необходимо сохранить все точки вблизи «нуля». В силу мультипликативного характера форма зависимости оказывается критичной к заданию **начала** функции. В выбранном фрагменте выделенного ряда удаляется трендовая составляющая, а затем анализ выполняется для остатков, составленных из разностей реальных данных и соответствующих точек кривой регрессии (полинома четвертой степени). Если расчеты выполнены для данных в логарифмическом масштабе времени $\ln(f)$, то мультипликативная гармоника становится обычным косинусом (или синусом) и тогда применимы методы цифровой обработки сигналов с аддитивной симметрией; «ноль» времени соответствовал максимальному значению индекса РТС перед падением, а отсчет времени производился в обратном направлении оси абсцисс. Результаты вычислений представлены на рис. 10.2. Здесь наблюдается четко выраженная гармоника с мультипликативной симметрией. Сопоставление зависимости для фонового индекса и валютного курса показывает, что для валютного курса указанная особенность отсутствует, т. е. прослеживается искусственное поддер-

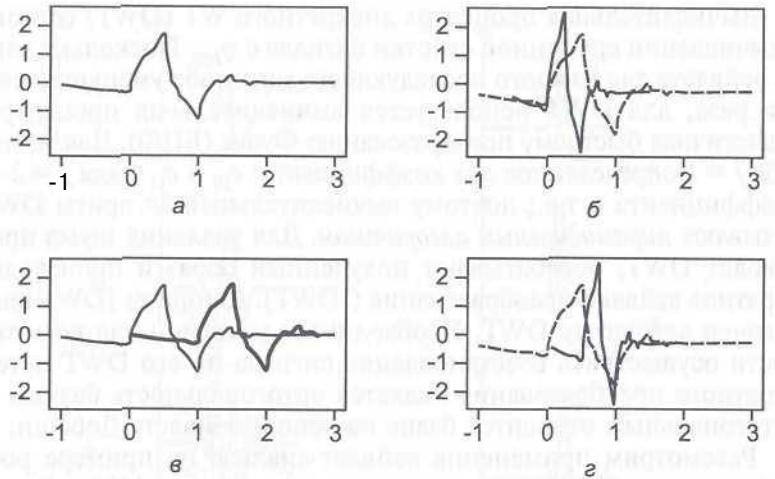


Рис. 10.2. Преобразования вейвлетом:
 а — материнский вейвлет; б—сжатый (scaled) вейвлет;
 в - сдвинутый (shifted) вейвлет;
 г — вейвлет, подвергнутый комбинированному
 преобразованию (scaled and shifted)

жение курса рубля и «либеральная» открытость фондового рынка. Эти примеры подтверждают принципиальную возможность и перспективность применения вейвлет-анализа в финансовых приложениях. В изложенных примерах он, в частности, позволяет:

- ставить и решать задачи поиска арбитражных возможностей; на этой основе возможно построение новых алгоритмов для торговых информационных систем реального времени;
- вычислять объективную стоимость условных требований и содержащих их портфелей ценных бумаг при достаточно общих ограничениях на свойства рыночной среды;
- выполнять обработку социально-экономической и финансовой информации с учетом симметрии процесса;
- воспользоваться хорошо развитым аппаратом теории групп и современными концепциями естествознания для моделирования и объяснения внутренней природы социально-экономических явлений.

К настоящему времени накоплено немало эмпирических данных, результаты анализа которых принимаются за экспериментальное подтверждение масштабных свойств в поведении социально-экономических процессов. В целом, исследования вейвлет-анализа в социально-экономической науке находятся на начальном этапе своего развития. В такой сложной системе, как экономика, следует ожидать выявления принципиально новых групп преобразований и создания на этой основе качественно новых методов обработки и прогнозирования социально-экономической информации.

Преимущество вейвлет-анализа в возможности выполнять локальный анализ, т.е. анализировать небольшие участки больших **сигналов**. Вейвлет-анализ способен вскрывать такие аспекты данных, какие иные техники анализа сигналов опускают: тренды, точки возврата, разрывы, нарушение гладкости и самоподобие. Вейвлет-анализ разбивает сигнал на версии оригинального или материнского вейвлета, отличающиеся сдвигом или масштабом. Непрерывное вейвлет-преобразование (НВП) определяется как сумма по всем моментам времени **коэффициента**, умноженного на сдвинутые масштабируемые версии вейвлет-функций:

$$C(\text{scale}, \text{position}) \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\psi(\text{scale}, \text{position}, t)dt.$$

Результатом непрерывного вейвлет-преобразования является коэффициент C — функция масштаба и положения. Масштабирование вейвлета означает сжатие или растяжение его в соответствии с масштабным фактором scale . Сдвиг вейвлета означает смещение его несущего множества.

Если вместо вычисления вейвлет-коэффициентов для каждого возможного масштаба использовать шкалы и положения, основанные на степени 2 (так называемые бинарные шкалы положений), мы получим дискретные вейвлет-преобразования. В дискретном вейвлет-преобразовании мы часто говорим об аппроксимирующих и детализирующих коэффициентах. *Аппроксимирующие* коэффициенты — крупномасштабные низкочастотные компоненты сигнала. *Детализирующие* коэффициенты — мелкомасштабные высокочастотные компоненты. Процесс разложений сигнала на аппроксимирующие и детализирующие компоненты может быть многократным, так что сигнал разлагается на многие компоненты с более низким разрешением, при этом

формируется дерево декомпозиции вейвлета. В принципе, исходный сигнал может быть сформирован по результатам декомпозиции.

10.4.

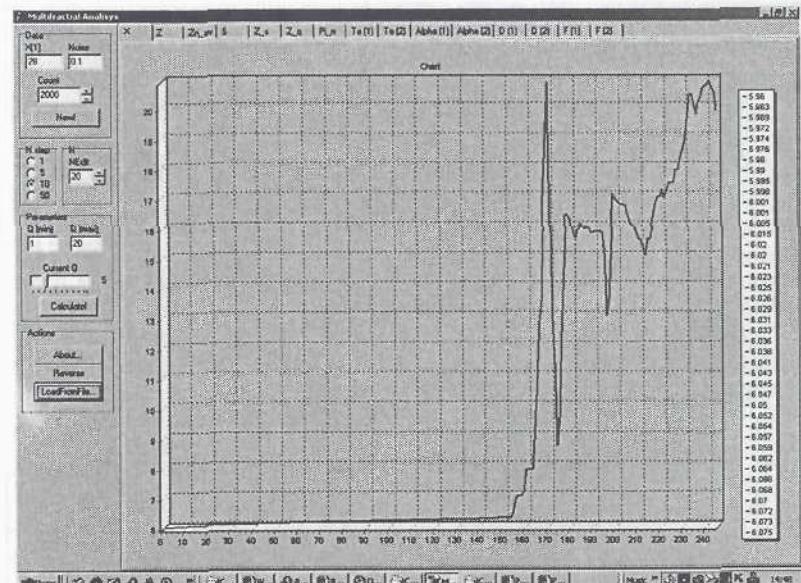
Предсказание кризисных ситуаций с помощью мультифрактального анализа и вейвлет-анализа

Вейвлеты бывают разных видов; один из таких видов — вейвлеты Добетии, которые относятся к семейству ортонормальных вейвлетов с компактным носителем и обозначаются dbn. Так как вейвлет-анализ обеспечивает рассмотрение в плоскости время—масштаб, он может быть успешно применен как детектор различных, в том числе и предкризисных, состояний рынка и кризисных ситуаций, характеризуемых разрывностью или сингулярностью временных рядов.

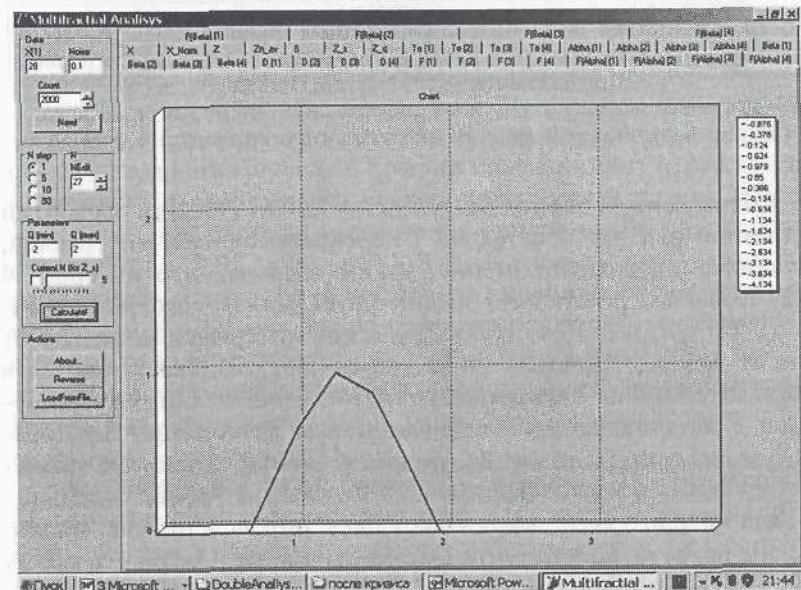
Анализ данных относительно дефолта в России в августе 1998 г. (рис. 10.3), проведенный с помощью мультифрактального анализа, показывает присутствие различий в ширине спектра до и после дефолта. Спред между минимальными и максимальными значениями а в окрестности кризиса значительно увеличивается.

Однако, из-за того что приращения цен имеют в предкризисные дни очень малые значения (значительно меньше 1), возведение их в степень, согласно алгоритму, выводит эти числа за разрядную сетку и логарифм 0 становится — «», что не позволяет в ряде случаев получить надежные устойчивые данные предсказания кризиса этим методом.

В качестве альтернативного мультифрактальному может быть использован вариант вейвлет-анализа. При вейвлет-анализе данных относительно краха российского обменного курса валютного рынка в августе 1998 г., когда курс обмена поднялся с 6 до 25 руб за 1 долл. в течение одного дня, ставится задача извлечения сигнала, который мог бы предсказать резкие изменения. Обработка временного ряда производится для «движущегося окна» из 512 наблюдений с использованием вейвлет-функций Добеши (db-4 и db-12). Исходный временной ряд, включающий резкое изменение обменного курса, содержал более 862 значений с ша-



а



б

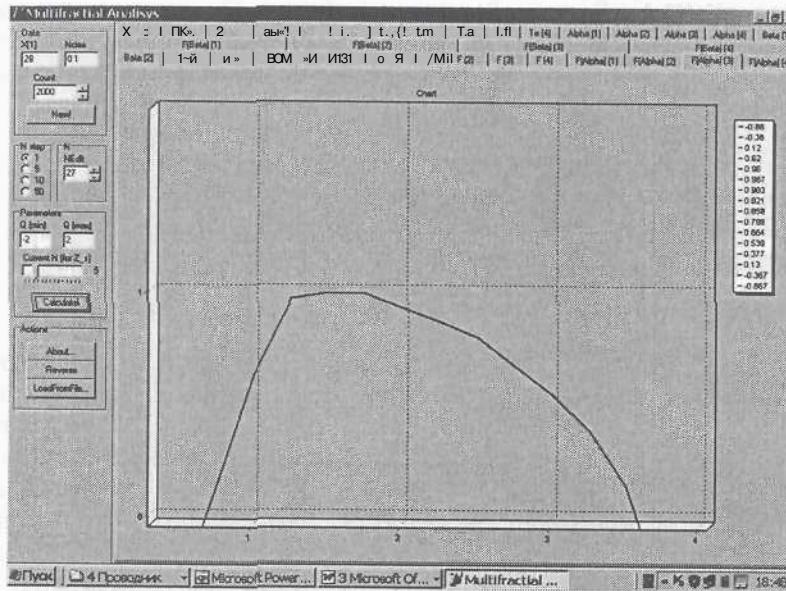


Рис. 10.3. Мультифрактальный анализ данных дефолта 1998 г. в России;
а - график изменения курса рубля по отношению к доллару в период дефолта с 9.06.1997 по 30.11.1998;

б – ширина мультифрактального спектра сингулярности до дефолта;
в – ширина мультифрактального спектра сингулярности после дефолта

гом в один день за период 01.09.1995 - 12.02.1999. Для обработки временной ряд разбивается на 7 перекрывающихся интервалов, расположенных неравномерно, таким образом, что интервал 4 (242-753) непосредственно предшествует моменту дефолта (17 августа 1998 г.) (рис. 10.4), а последующие интервалы захватывают момент дефолта. Данные по каждому интервалу загружаются в программу Matlab, обрабатываются, выявляются аппроксимирующие и детализирующие коэффициенты разложения по Добеши-4 и Добеши-12 до пятого уровня и вычисляются максимальные значения этих коэффициентов на каждом уровне отдельно.

Для каждого интервала может быть определено максимальное значение коэффициента по всем уровням и разность между максимальными значениями текущего и предыдущего интервалов (табл. 10.1).

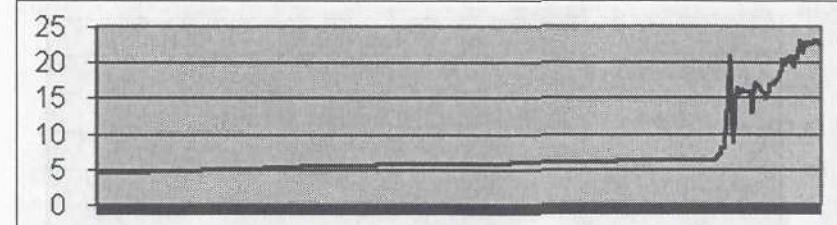


Рис. 10.4. Исходный временной ряд, включающий резкое изменение обменного курса в период дефолта с 1.09.1998

Таблица 10.1

Разность максимальных значений коэффициентов

Интервал	Максимум по всем уровням	Разность максимальных значений коэффициентов
1-512	0,068796235	—
101-612	0,140858671	0,072062436
201-712	0,150172821	0,00931415
242-753	11,2345986	11,08442578
251-762	11,85087684	0,616278237
301-812	7,944381265	-3,906495575
351-862	9,802438869	1,858057604

ученные разности используются как индикаторы предстоящего наступления дефолта. График коэффициентов разложения по вейвлет-функциям показывает, что начало резких изменений разностей коэффициентов вейвлет-разложений относится к точке 712 (10.07.1998) (рис. 10.5). По-видимому, можно прогнозировать наступление дефолта по крайней мере заблаговременно (10.07.1998 г. — начало резкого роста разностей коэффициентов вейвлет-разложений, 17.08.1998 г. — дата дефолта). При этом прирост максимального значения такого индикатора в начальный момент составляет 74,5 раза (начальное значение = 0,15; следующее значение = 11,23).

Это показывает возможность использования современных информационно-аналитических технологий для прогнозирования кризисных ситуаций, а вместе с тем и рисков. Новые технологии, такие как мультифрактальный анализ и вейвлет-анализ, представляют ценность в качестве методов, закладывающих ос-

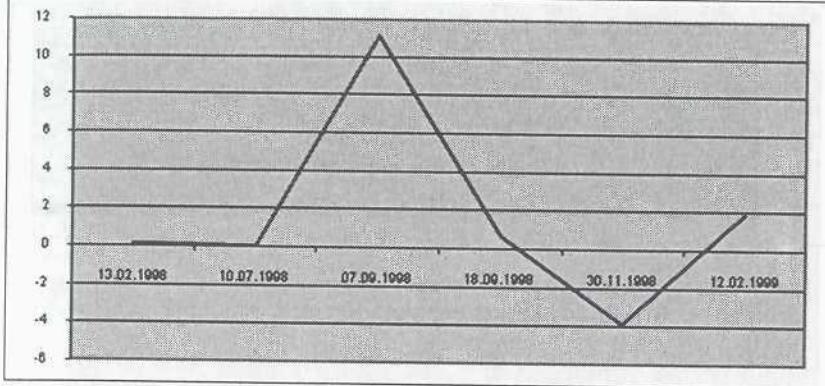


Рис. 10.5. График коэффициентов разложения по вейвлет-функциям

нову более эффективных управлеченческих решений. Их применение, **возможно**, позволит преодолеть некоторые недостатки прежних подходов и придать индустрии оценки рисков второе дыхание. Вместе с тем применение новых технологий с более точным предсказательным эффектом окажет большое позитивное влияние на экономические процессы, так как позволит объективно прогнозировать и принимать меры по предотвращению нестабильности экономики как в России, так и в других государствах.

Описанные выше методы позволяют **улучшить** качество прогнозирования кризисных ситуаций и благодаря этому уменьшить неопределенность в оценке рисков инвестиционных проектов в России, где подобная неопределенность обусловлена обширностью территории, неравномерностью экономического развития регионов, зависимостью от поставки природных ресурсов на международные рынки, различными климатическими условиями и рядом других факторов. Процесс декомпозиции сегментов из дискретных значений на усредненные, или аппроксимируйте значения и детальные значения для различных шкал называется мультиразрешающим или мультискейлинг-анализом. Мультиразрешающий анализ является инвариантным по отношению к целочисленным трансляциям и растижениям.

Рассмотрим применение метода мультифрактального анализа, описанного выше, для обработки данных финансового

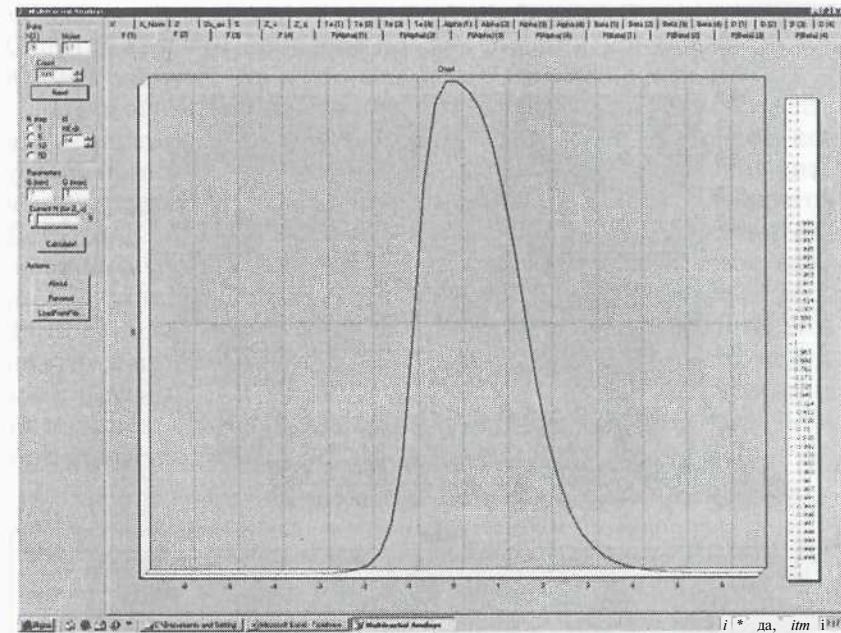


Рис. 10.6. Спектр фрактальной размерности F2(a)

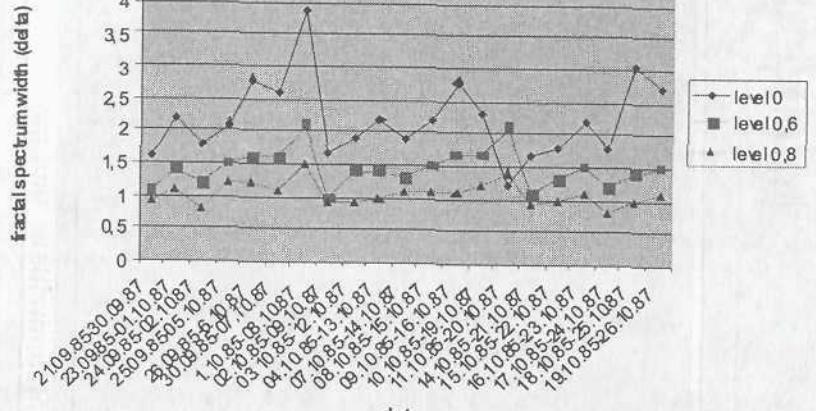
кризиса в США в октябре 1987 г. с использованием индекса Доу-Джонс .

На рис. 10.6 показаны данные вычислений спектра фрактальной размерности F2(a). На рис. 10.7, а, б представлены графики изменения ширины мультифрактального спектра до и после кризиса. Эти графики соответствуют различным уровням пересечения графика спектра фрактальной размерности и линий постоянного значения 0, 0,6, 0,8.

Из этих графиков видно, что существуют пики как для версий мультифрактального спектра F1, так и для F2. Эти пики предшествуют точке кризиса и соответствуют датам 08.10.87 для F1 и 07.10.87 для F2, что позволяет говорить о наличии некоторого вида предиктивного сигнала по крайней мере за 8 дней до начала кризиса.

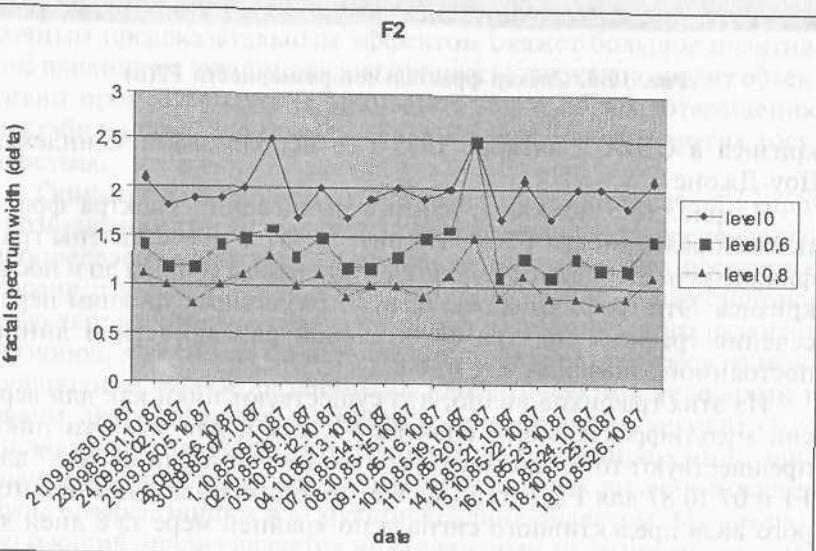
Альтернативный вариант поиска индикатора кризиса заключается в применении вейвлетов Добеши, которые хорошо подходят для кодирования последовательностей, имеющих интервалы

F1



а

F2



б

Рис. 10.7. Изменение ширины спектра фрактальной размерности до и после кризиса: а - F1 (а) ; б - F2 (а)

медленных изменений или относительно постоянных значений. С другой стороны, вейвлеты Добеши имеют некоторое число нулевых моментов, что позволяет различать тонкие детали.

Цель обработки данных по этой методике заключается в извлечении сигнала посредством обработки временных рядов, который может предсказать последующие резкие изменения значений временного ряда аппроксимацией при помощи вейвлетов Добеши-12 и вычислением детальных коэффициентов вплоть до пятого уровня. При обработке выделяют 21 интервал, каждый из которых содержит по 256 отчетов за период 02.09.86 — 29.10.87. Для каждого интервала находятся коэффициенты разложения на всех пяти уровнях. Вычисляются разности между максимальными и минимальными значениями для соседних интервалов. Графики максимальных значений и их разности представлены на рис. 10.8. и 10.9.

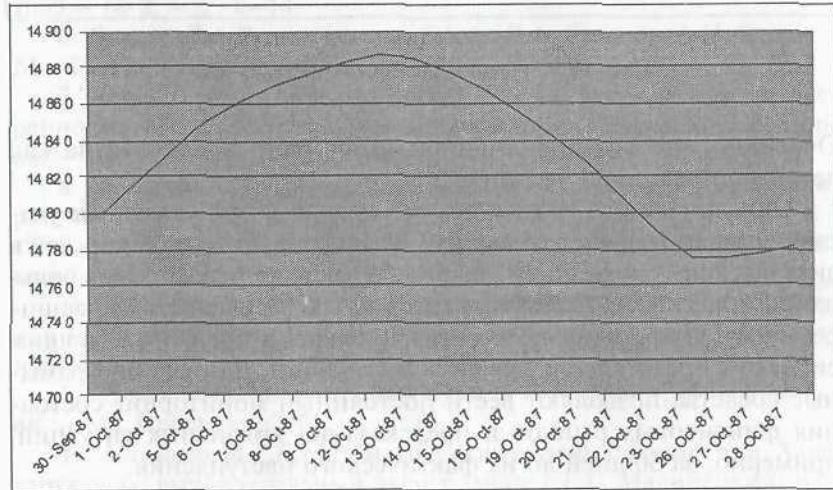


Рис. 10.8. График изменения максимальных значений детальных коэффициентов разложения по Добеши-12

Кривая на рис. 10.8 имеет максимальное значение в точке 12.10.87. В той же самой точке на рис. 10.9. кривая пересекает ось Х. Это свидетельствует о том, что в обоих случаях имеет место некий индикатор кризиса, хотя и достаточно слабого.

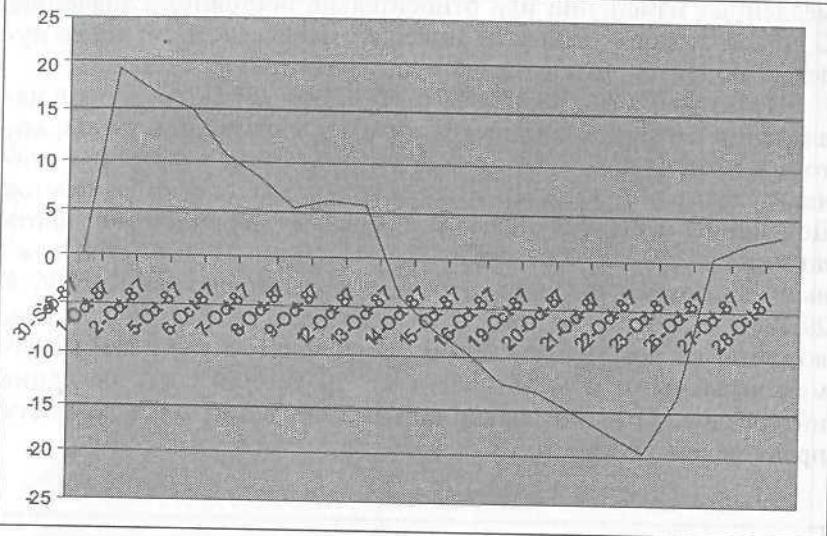


Рис. 10.9. График разности максимумов

Очевидно, что эта информация может быть использована как детектор предстоящего кризиса.

Описанная методика основана на том, что предсказанные участки временных рядов содержат большое число сингулярностей в виде высоких узких пиков или резких мгновенных обрывов большой амплитуды на почасовых графиках. Благодаря этому расширение мультифрактального спектра является предупреждающим сигналом предстоящей кризисной ситуации. Данные программные средства позволяют вести постоянный мониторинг состояния финансовых рынков и предсказания кризисных ситуаций, примерно, за 50 дней до их фактического **наступления**.

1. Арженовский СВ. Статистические методы прогнозирования: учеб. пособ. / СВ. Арженовский, И.Н. Молчанов. — Ростов-на-Дону: РГЭУ «РИНХ», 2001.
2. Аскинадзи В.М. Инвестиционные стратегии на рынке ценных бумаг/ В.М. Аскинадзи. - М.: Маркет DC, 2004.
3. Бобровский С. Жизнь как предмет моделирования / С. Бобровский// PCweek. - 2007. - № 40 (598) 30 октября - 5 ноября 2007.
4. Борщев А.В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика / А.В. Борщев// Exponenta PRO. — 2004. — № 3-4 (7-8). - С. 38-47
5. Виниченко И.Н. Практический опыт имитационного моделирования в банке / И.Н. Виниченко // Банковские технологии. - 2003. - № 2. - С. 8-14
6. Галанов В.А. Рынок ценных бумаг/ В.А. Галанов, А.И. Басов. - М.: Финансы и статистика. — 2004.
7. Дорси В. АнATOMия биржевого рынка. Методы оценки уверенности и ожиданий трейдеров и рыночных тенденций / В. Дорси. - СПб.: Питер, 2005.
8. Закарян И.О. Практический Интернет-трейдинг/ И.О.Закарян; изд. 2-е. - М.: Интернет-трейдинг, 2004.
9. Касимов Ю. Введение в теорию оптимального портфеля ценных бумаг / Ю. Касимов. - М.: Анаконт, 2005.
10. Калмыкова Л.И. **Фундаментальный** анализ финансовых рынков /Л.И. Колмыкова — СПб.: Питер, 2005. (Серия «Школа валютных трейдеров»).
11. Лялин В.А. Рынок ценных бумаг / В.А. Лялин, П.В. Воробьев. — М.: Проспект, 2006.
12. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент / Г.Г. Малинецкий; изд. 4-е, сущ. перераб. и доп. — М.: КомКнига, 2005.
13. Петере Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: применение теории хаоса в инвестициях и экономике / Э. Петере. — М.: Интернет-трейдинг, 2004.
14. Петере Э. Хаос и порядок на рынках капитала / Э. Петере. - М.: Мир, 2000.
15. Сорнетте Д. Как предсказывать крахи финансовых рынков / Д. Сорнетте. - М: Smartbook: И-трейд, 2008.

16. Тарп.В, Биржевые стратегии игры без риска / В. Тарп, Д.Р. Бартон. - СПб.: Питер, 2007.
17. Хаертфельдер М. Фундаментальный и технический анализ рынка ценных бумаг/ М. Хаертфельдер, Е. Лозовская, Е. Хануш. - СПб. : Питер, 2004.
18. Ческидов Б. М. Модели рынков ценных бумаг/ Б.М. Ческидов. - СПб.: Питер, 2005.
19. Шарп У. Инвестиции / У.Шарп, Г. Александр, Дж. Бейли - М.: ИНФРА-М, 2006. - XII.
20. Щербаков Л.В. Мультиагентное имитационное моделирование / А.В. Щербаков // Международная научно-практическая конференция «Теория активных систем - 2005». - 2005.- С. 164-168.
21. Щербаков А.В. Мультиагентное имитационное моделирование активной маркетинговой системы / А.В. Щербаков // Труды международной научно-практической конференции (16-18 ноября 2005 г., Москва, Россия); под ред. В.Н. Буркова, Д.А. Новикова. - МОСКВА - 2005. - Секция 3. - С. 164-168.
22. Arthur B, W. The Economy as an Evolving Complex System II / B.W. Arthur, S.N. Durlauf, D.A. Lane. - Boulder, Colorado ; Addison-Wesley, 1997.
23. Arthur B.W, The time series properties of an artificial stock market / B.W. Arthur, B. LeBaron, R. Palmer//Journal of Economic Dynamics and Control. - 1999. - № 23. - Pages 1487-1516.
24. Artificial economic life: a simple model of a stockmarket// Physica D. - 1994. - № 75. - Issue 1-3. - Pages 264-274.
25. Black F. The Pricing of Options and Corporate Liabilities / F. Black, M. Scholes // The Journal of Political Economy. - 1973. - Vol. 81. - No. 3. - Pages 637-654.
26. Forrester J. Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers. Harvard Business Review, 1958. - Vol. 36. - No. 4. - P. 37-66
27. Forrester J. Industrial Dynamics. - Cambridge,1961. - MA; MIT Press.
28. Geert B. Emerging equity market volatility / B. Geert, R.H. Campbell // Journal of Financial Economics. - 1997, - № 43. - Issue I. - Pages 29-77.
29. Johnson P. E. Agent-Based Modeling: What I learned from the Artificial Stock Market // Social Science Computer Review. - 2002. - № 20. - Issue 2. - Pages 174-186.
30. Li H. Emergent volatility in asset markets with heterogeneous agents / H. Li, B. J. Jr. Rosser // Discrete Dynamics in Nature and Society. - 2001. - № 6. - Issue 3. - Pages 171-180.

31. Liu H. Optimal Portfolio Selection with Transaction Costs and Finite Horizons / H. Liu, M. Loewenstein // Review of Financial Studies. - 2002. - № 15. - Issue 3. - Pages 805-835.
32. Markowitz Harry M. Portfolio Selection // Journal of Finance, 7. - 1952. - 7, no.1. - Pages 77 - 91.
33. Naiburg E. J. UML for Database Design / E. J. Naiburg, R. A. Maksimchuk. - Boulder, Colorado : Addison-Wesley, 2001.
34. Rollings A. Game Architecture and Design / A. Rollings, D. Morris. - Scottsdale, AZ, USA: The Coriolis Group, 1999.
35. Padgham Z, Development Intelligent Agent Systems. A practical guide / Z. Padgham, M. Winikoff. - John Wiley and Sons, 2004.
36. Rumbaugh J. The Unified Modeling Language Reference Manual, Second Edition / J. Rumbaugh, I. Jacobson, G. Booch. - Boulder, Colorado : Addison-Wesley, 2004.
37. The simulation of news and insiders' influence on stock-market prices dynamics in non-linear model / V. Romanov, O. Naletova, E. Pantilecva etc. // Costantino M., Brebbia C A. Computational Finance and its Applications II. - Ashurst Southampton, UK : WIT Press, 2006.
38. Thomas J. Sargent. Rational expectations and the theory of economic policy. - 1985. - Research Dept., Federal Reserve Bank of Minneapolis.
39. Sellin P. Monetary Policy and the Stock Market: Theory and Empirical Evidence//Journal of Economic Surveys. - 2001. - № 15. - Issue 4. - Pages 491-541.
40. Sharpe William F. Factor Models, CAPMs, and the ABT(лс) // Journal of Portfolio Management. - 1984. - 11, no. 1. - Pages 21 - 25.
41. Smith A. An Inquiry into Nature and Causes of the Wealth of Nations New York. - N.Y, 1976. - Oxford University Press.
42. Sterman J. Business Dynamics: Systems Thinking and Modelling for a Complex World // McGraw Hill. - 2000.
43. Yue W. T. Is more information better? The effect of traders' irrational behavior on an artificial stock market / W. T. Yue, A. R. Chaturvedi, S. Mehta // International Conference on Information Systems. - Atlanta, GA, USA: Association for Information Systems, 2001. - Pages 660-666.

Интернет-источники

1. <http://www.dowjonesnews.com>
2. <http://www.biz.yahoo.com>
3. http://www.cyc.com/doc/white_papers/Arthur_Thesis.pdf
4. [http://www.Liml.org \(UML - The Unified Modeling Language\)](http://www.Liml.org)
5. [http://www.anylogic.com \(AnyLogic\)](http://www.anylogic.com)

6. <http://www.decisio.net> (Decisio Consulting.)
7. <http://www.rus-wives+.com.Quic>
8. <http://www.forexbig.ru>.АлорТрейд
9. <http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=103125>
10. <http://www.xjtek.ru/> (Экс Джей Технолоджис.)
11. Гайсарян С. С. Объектно-ориентированные технологии проектирования прикладных программных систем // Центр Информационных Технологий. - 2001. http://www.citforum.ru/programming/oop_rsis/.
12. Иванов 10. Скрипт-процессор для игрового движка, <http://www.mirgames.ru/articles/base/scriptprocessor.html>
13. Мэтсон Э. Введение в Lua; пер. с англ. Федотовских А. <http://www.gamcdev.ru/artides/7icH70112>
14. Мультиагентные технологии // <http://www.kg.ru/tcchnology/multiagent/>
15. Плюммер Дж. Гибкая и масштабируемая архитектура для компьютерных игр, часть первая; Пер. с англ. Петров А. // <http://www.dtf.ru/articles/print.php?id=40757>
16. Постулаты технического анализа // http://www.bull-n-bear.ru/technic/7t_analysis=postulates
17. Financial Information Grid —an ESRC e-Social Science Pilot. Dept. of Computing, University of Surrey, Dept. of Economics, University of Essex (<http://www.allhands.org.uk/2004/proceedings/papers/144.pdf>)
18. Johnson P. ASM-2.2 documentation set // <http://artstkmkt.sourceforge.net/ASM-Docs/>
19. Hogan J. Statistical physics predicts stock market gloom // NewScientist.com news service. - 2002. - <http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn3124>
20. Krouglov A. Mathematical Model of Stock Market Fluctuations in the Absence of Economic Growth. // <http://ideas.repec.org/p/wpa/wuwpma/0402022.html>
21. Statistical significance analysis of the chaos-based prediction model. // <http://www.tradingpro.com/papers/SSATradingPro.pdf>
22. Thorsten Я. Survival of the Fittest on Wall Street / H. Thorsten, K. R. Schenk-Hoppi // <http://ideas.repec.org/p/kud/kuiedp/0403.html>
23. Using the RemObjects Pascal Script // <http://www.remobjects.com/?ps01>

Приложение

Адаптивное автоматизированное рабочее место трейдера SweetKit

Актуальность

Множество инвесторов и трейдеров ведут ежедневную борьбу с рынком с целью приумножения и сохранения полученных ранее прибылей. К сожалению, чаще всего они проигрывают, и виной этому является «человеческий фактор», который мешает обнаружить и использовать в торговле регулярно возникающие возможности, позволяющие получать прибыль на саморегулирующихся финансовых рынках. Торговля по интуиции включает субъективные решения, которые часто бывают пристрастными и ведут к убыткам. Знание и разум легко вытесняются из процесса принятия решений такими факторами, как эффект, неуверенность, жадность и страх, которые начинают выступать в роли основного мотива.

Одна из главных отличительных черт профессиональных инвесторов заключается в том, что они научились контролировать свои страхи и жадность, следя исключительно проверенным на практике методам, т.е. — системной торговле, важным атрибутом которой является использование подходов, основанных на применении механических торговых систем (МТС). Каждый такой торговый автомат работает строго в соответствии с заложенным в нем алгоритмом, эффективность которого обусловлена профессионализмом инвестора. Многогранная природа рынка служит хорошей почвой для создания бесконечного набора успешных стратегий, из года в год выявляемых инвесторами. По мере накопления опыта у инвесторов возникают различные гипотезы и теории, касающиеся закономерностей поведения цены, появляется желание опровергнуть их в реальности, что соединено очевидными рисками: а вдруг теория окажется ошиб-

бочкой? К тому же, ни одна даже самая удачная стратегия не может быть прибыльной сколь угодно долго, если ее невозмож но быстро и удобно модифицировать, а также если она не может быть быстро оттестирована и введена в работу.

Существующие решения

Есть много программ технического анализа, однако далеко не в каждой из них можно написать и протестировать собственную торговую стратегию. Сегодня на российском рынке **программного обеспечения** распространены, главным образом, четыре программы, имеющие модули для построения и тестирования собственных стратегий: Equis MetaStock — MetaStock System Tester, Omega ProSuite — Omega PowerEditor, MetaTrader — MetaEditor и WealthLab - WealthLab Developer.

MetaStock System Tester имеет собственный язык MetaStock Language, однако полноценным языком программирования он не является. Этот язык позволяет писать простейшие системы, но практически неприменим для сложных методов вычисления, например, спектрального анализа, фракталов, применения нейросетей. Тестирование стратегий происходит достаточно быстро в зависимости от мощности компьютера.

Omega PowerEditor представляет собой отдельную программу в составе пакета Omega ProSuite и позволяет разрабатывать средствами языка Easy Language несколько видов технического анализа: функции, индикаторы, сигналы. На основе сигналов в программном модуле Strategy Builder создаются торговые стратегии для тестирования и применения в реальной торговле. Функции — это наборы команд, призванные описывать определенное действие торговой системы или методику технического анализа. При помощи оператора Plot (придумывать) на основе некоторых функций можно строить пользовательские индикаторы любой сложности. Функция «Покажи мне» дает набор критерии, по которым на графике выделяются определенные комбинации технических факторов. На их основе можно распознать фракталы, комбинации японских свечей, гэпы и другие элементы визуального анализа. Точно так же работает функция «Раскрась бар», действие которой ясно из названия. При проектировании механических торговых систем применяются сигналы — они пишутся в Easy Language, возможно применение пользова-

тельских функций. Можно описать входы и выходы в одном и том же сигнале или использовать отдельный сигнал для каждого входа и выхода. Далее из сигналов в модуле Strategy Builder, как в детском конструкторе, составляется механическая торговая система. Важной при этом является функция пирамидинг. Она **заключается** в том, что при повторном срабатывании того же самого или другого сигнала системы при уже существующей позиции открывается дополнительная в сторону открытой позиции. В наборе программы присутствуют готовые шаблоны методик, сигналов и индикаторов, используя которые, трейдер, даже совсем не знакомый с Easy Language, может конструировать и оптимизировать собственные торговые стратегии на основе имеющихся в программном пакете готовых сигналов.

MetaEditor напоминает Omega PowerEditor, только в упрощенном виде. Программа позволяет создавать три вида программных продуктов; пользовательские функции, индикаторы и эксперты. Конструирование стратегий «по кусочкам», как в Omega PowerEditor, невозможно — все делается в одном окне, где прописываются как длинные, так и короткие входы и выходы. В отличие от других программ, позволяющих писать и тестировать стратегии, здесь возможна автоматическая торговля, т.е. оптимизированная система будет выдавать приказы брокеру без участия самого трейдера. Естественно, возможно это только тогда, когда программа запущена и подключена к серверу брокера.

WealthLab Developer предназначена исключительно для создания и тестирования собственных продуктов в сфере технического анализа, а не для визуального наблюдения и **анализа графиков** (что отличает ее от описанных выше программ). Это обуславливает специфику ее интерфейса: программа состоит из отдельных модулей, преимущественно сосредоточенных в теле и интерфейсе основной программы.

Альтернативные подходы к построению стратегий

Приведенные выше продукты, используемые в техническом анализе, безусловно, имеют ряд преимуществ: они предоставляют инструменты для создания собственных индикаторов, богаты набором стандартных функций, очень гибки в плане графического интерфейса и ориентированы на широкий круг инвесторов. Однако у таких продуктов имеется очень большой недостаток —

все они изолированы. Пользователю приходится покупать дорогостоящий продукт, устанавливать на компьютер, подключаться к сервису брокера, и только после этого он может начинать конструировать стратегии. Рабочий процесс в этом случае позможен лишь при условии, если инвестор работает на одном и том же компьютере и этот компьютер должен всегда быть включен, иначе торговый автомат прекратит работу. Если же человек сменил рабочее место с офисного на домашнее или просто уехал в отпуск, желая при этом следить и корректировать работу торгового автомата, то вышеупомянутые продукты, при всем своем богатстве возможностей, оказываются неспособны удовлетворить инвестора. Альтернативой коробочным продуктам выступают интернет-сервисы, которые дают инвестору возможность конструировать торговые стратегии прямо в интернет-браузере и осуществлять контроль и модификацию своих автоматов отовсюду, где есть компьютер и Интернет. Более того, инвестору совсем необязательно держать свой компьютер включенным — созданный и отлаженный им ранее торговый автомат будет выполняться на стороне сервера, который ежеминутно отслеживает состояние цен объектов финансового рынка. Исполнение автомата на стороне сервера существенно снижает технические риски, которые могут быть связаны с проблемами технического характера, например, с перебоями в доступе к сети Интернет и т.п. Об одном из таких интернет-сервисов и пойдет далее речь.

Портал sweetkit.net

Идеология подхода. Портал находится в стадии активной разработки, цель которой - создание удобного для пользователя средства построения, отладки и использования торговых стратегий. Основной точкой взаимодействия пользователя с системой SwcetKJt является интернет-портал swcetkit.net со встроенным в него визуальным конструктором стратегий, который позволяет пользователю создать собственный торговый автомат с помощью набора индикаторов технического анализа как встроенных, так и самостоятельно добавленных в систему другими пользователями. В отличие от существующих подходов к построению торговых автоматов в основе данного подхода лежат три принципа:

- социализация;

- визуализация;
- автоматизация.

Иными словами, портал обеспечивает возможность человеку или группе людей визуально сконструировать и отладить торговую стратегию с возможностью ее последующего исполнения на стороне сервера в автоматическом режиме.

На первый взгляд все это кажется довольно утопичным, особенно в отношении *социализации*. Как правило, разработчики успешных торговых стратегий стараются скрыть от всех курицу, несущую золотые яйца, сохранив секрет своего ноу-хау. Однако стоит отметить, что сложные торговые автоматы могут создаваться годами и разными разработчиками, в том числе находящимися далеко друг от друга. Поэтому за основу был взят подход, использующийся при разработке проектов с открытыми исходными кодами (*open source*), который предполагает наличие интернсг-сервиса, предоставляющего услуги хостинга проектов, т.е. так называемое *централизованное хранилище исходных кодов*. В случае коллективной работы над торговыми стратегиями необходим сервис, который обеспечивал бы возможность такой работы, а также возможность сокрытия алгоритмов от третьих лиц. Здесь фактор социализации является плюсом.

Визуализация — еще один важный фактор. Забегая вперед, скажем, что торговая стратегия представляется в системе в виде диаграммы связанных между собой функциональных блоков. Визуализация упрощает не только восприятие алгоритма торговой **стратегии**, но и делает ее конструирование более быстрым и удобным, равно как и ее отладку. Отладка **стратегии** обычно происходит на исторических данных, и разработчику приходится проверять свой алгоритм на каждом этапе его работы, т.е. контролировать результат выполнения каждого **функционального** блока. Как и исходные данные, результаты выполнения функциональных блоков являются временными рядами и могут быть визуализированы в виде фафиков.

Цель, ради которой разработчики объединяются в группы и конструируют стратегии, - автоматизация процесса торговли по созданной стратегии. Под *автоматизацией торговой стратегии* будем понимать удаленное ее выполнение на стороне сервера и самостоятельное принятие решения, касающегося сделок без участия человека. Исполнение торговой стратегии в автоматическом режиме может проходить и на компьютере пользователя;

однако такая модель поведения не лишена технических рисков и очень уязвима, что крайне нежелательно при решении финансовых задач.

Принцип конструирования стратегий. Конструирование торговых стратегий представляет собой исключительно визуальный процесс. Как уже было сказано, рабочей областью выступает диаграмма процесса, куда помещаются так называемые функциональные блоки. Каждый блок может иметь несколько входов и один выход. На вход функциональному блоку перелаются данные (в большинстве случаев — временные ряды), которые им обрабатываются; результат обработки поступает на выход. Выход одного функционального блока может быть связан с входом следующего блока и т.д.; таким образом, данные после обработки одним функциональным блоком попадают на вход другому функциональному блоку. В результате образуется так называемый *ациклический граф*, который и является, по сути, алгоритмом (стратегией) торгового автомата.

Тело функционального блока (т.е. сама функция преобразования) может быть описано двумя способами:

- в виде диаграммы, состоящей из более простых функциональных блоков. Данный подход позволяет создавать составные функциональные блоки;
- в виде кода на встроенным языке программирования, когда представление в виде диаграммы осложнено из-за большой витиеватости алгоритма.

Если на диаграмме самый верхний блок не имеет входа, значит, он выступает источником, а его функциональность заключается в предоставлении данных о котировках из внешних систем, таких как интернет-сервис биржи или брокерский терминал.

Результат выполнения каждого блока поступает на вход следующим за ним блокам в качестве параметров для обработки до тех пор, пока все функциональные блоки не завершат выполнение. Индикатором успешного выполнения блока является его окрашивание в зеленый цвет. В случае если блок еще не выполнялся или результат уже не актуален (например, при поступлении обновленных данных на вход или изменении параметров), блок окрашивается в красный цвет. Изменение параметров функционального блока может повлечь инвалидацию всех зависящих от него блоков. Тогда аналитику достаточно запустить данный блок на выполнение или запустить процесс исполнения

всей диаграммы, и все невыполненные блоки выполняются и заполняются актуальной информацией.

Классификация функциональных блоков. Основная мощь системы заключается в наличии большого и постоянно пополняемого пользователями набора функциональных блоков. Помимо общедоступных (например, индикаторы технического анализа, цифровые фильтры, базовые математические операции над временными рядами), система предлагает ряд уже готовых аналитических блоков, в частности, сингулярно-спектральный **анализ** и мультифрактальный анализ. Если для создания того или иного торгового автомата существующего набора функциональных блоков недостаточно, пользователь может самостоятельно создавать собственные функциональные блоки при помощи встроенного в систему языка программирования. Весь набор функциональных блоков классифицирован, т.е. делится по характеру выполняемых функций, и может быть разделен на четыре типа:

- источники;
- преобразователи;
- эксперты;
- исполнители.

Источники необходимы для ввода в систему внешней информации с целью последующей ее обработки или анализа; например, котировки акций и т.п. В отношении финансовых рынков источниками могут служить функциональные блоки, ответственные за получение данных из базы интернет-ресурса или с терминала брокера. Источники характеризуются отсутствием входных параметров.

Преобразователи. Назначение блоков такого типа заключается в применении к входному ряду определенных математических преобразований с целью выявления каких-либо признаков для последующего принятия экспертами определенных решений. Преобразователи используются почти в любой торговой стратегии — как правило, на них приходится 90% всех функциональных блоков. Все индикаторы технического анализа, цифровые фильтры, алгоритмы спектрального анализа сосредоточиваются исключительно в преобразователях.

Эксперты. Функциональные блоки этого типа отвечают за принятие решения о покупке или продаже ценных бумаг на основе входных данных от преобразователей. Результатом выполнения таких блоков являются сигналы (buy/sell/slop/none). В большин-

стве случаев функции этих блоков сводятся к проверке условий, при которых значения данных, поступивших от преобразователей, отвечают ряду правил, определяющих, какой сигнал необходимо генерировать на выходе и сюит ли вообще его генерировать.

Исполнители. Их основное назначение — исполнять приказы экспертов; например, отправить запрос на покупку или продажу той или иной ценной бумаги. Основные функции сводятся к коммуникациям с терминалами брокера или другими внешними системами.

Типы данных, передаваемых функциональными блоками. В большинстве случаев функциональные блоки оперируют временными рядами, однако в системе присутствуют более сложные типы данных (например, составные типы), необходимые для функциональных блоков, результат которых не ограничивается одним временным рядом, а может состоять из нескольких рядов или сопутствующих дополнительных данных. Наряду с рядами в системе присутствует тип « сделка », сигнализирующий о покупке или продаже.

Типы данных в системе не лимитируются и могут быть самостоятельно добавлены пользователями. Однако регистрация нового типа - задача гораздо более сложная, чем регистрация в системе нового функционального блока. Это связано с принципом визуализации. Результат выполнения каждого блока может быть отображен визуально, в случае же добавления нового типа данных системе требуется указать, как эти данные визуализировать, что требует от пользователя выполнения ряда достаточно трудоемких действий по регистрации в системе визуализатора для добавленного типа.

На первый взгляд такие сложности могут оттолкнуть пользователя, однако практика показывает, что большое количество типов данных способствует снижению эргономики системы, поскольку в ней автоматически образуется выверенный набор широко используемых типов данных, подходящий для большинства случаев.

Заключение

Бурное развитие в последние десятилетия мировой торговли, а также прогресс в распространении всемирной сети Интернет породили ситуацию, при которой активным участником

финансового рынка может стать любой человек независимо от возраста, образования и уровня дохода. С появлением Интернет-трейдинга **возникло** множество программ, упрощающих работы на финансовых рынках, среди которых: торговые терминалы, программы технического анализа, а также **программы**, позволяющие частично или полностью автоматизировать процесс торговли. Каждая такая программа обладает как достоинствами, так и недостатками. К последним относятся социальная изолированность и технические риски, возникающие при попытке автоматизировать процесс торговли. В помощь коробочным продуктам приходят web-порталы, дающие возможность применения технического анализа и конструирования торговых стратегий. Применение социальных конструкторов, в свою очередь, способствует накоплению в системе огромного количества методов и алгоритмов, что существенно упрощает и ускоряет процесс создания торговых автоматов. Совместный доступ к построению стратегий и встроенные и порталы средства коммуникации позволяют осуществить принцип разделения труда между участниками проекта. Централизованный портал сохраняет пользовательские стратегии в рабочем состоянии благодаря периодически поставляемым обновленным котировкам. И наконец, порталы дают возможность пользователю контролировать процесс работы торговых автоматов независимо от места его пребывания. Появление порталов для создания и использования торговых автоматов - новый этап технического анализа при торговле на финансовых рынках.

Оглавление

К читателю	3
Предисловие.....	5
Глава 1. СТРУКТУРА, ФУНКЦИИ, УЧАСТНИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОТОКИ НА РЫНКАХ ЦЕННЫХ БУМАГ	7
1.1. Место финансового рынка в общественном производстве.....	7
1.2. Участники рынка ценных бумаг.....	9
1.3. Операции на рынке ценных бумаг.....	14
1.4. Виды сообщений, которыми обмениваются участники финансового рынка.....	17
1.5. Взаимодействие брокера и инвестора.....	22
Глава 2. УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫМ ПОРТФЕЛЕМ	27
2.1. Цель формирования инвестиционного портфеля.....	27
2.2. Риски финансовых инвестиций.....	33
2.3. Современные модели формирования инвестиционного портфеля.....	37
2.4. Выбор оптимального портфеля.....	43
Глава 3. СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ТРЕЙДЕРОМ	49
3.1. Система Интернет-трейдинга.....	49
3.2. Технология работы трейдера с информационно-коммуникационной системой.....	60
3.3. Онлайн-трейдинг.....	65
Глава 4. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО АНАЛИЗА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ TEXT MINING...	70
4.1. Технология фундаментального анализа.....	70
4.2. Автоматизация анализа новостных публикаций	74
4.3. Система автоматизации фундаментального анализа FINGRID.....	80

Глава 5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	89
5.1. Принципы технического анализа.....	89
5.2. Аналитические методы технического анализа.....	91
5.3. Графические методы технического анализа	96
5.4. Программы консалтингового технического анализа.....	99
5.5. Профессиональные программы технического анализа.....	108
Глава 6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	117
6.1. Системы автоматического распознавания ценовых моделей.....	117
6.2. Применение нейронных сетей для объективного автоматического формирования чарт-паттернов.....	126
6.3. Подготовка финансовых временных рядов для обработки сети Кохонена.....	134
6.4. Автоматизация технического анализа с применением самоорганизующихся карт	139
6.5. Распознавание в финансовых временных рядах паттернов, выделенных самоорганизующимися картами.....	145
Глава 7. МУЛЬТИАГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ	153
7.1. Предпосылки возникновения мультиагентного подхода к моделированию финансовых рынков.....	153
7.2. Агенты, их классификация и алгоритмы поведения	157
7.3. Стратегии агентов.....	166
7.4. Обработка информации и знаний в мультиагентных системах	175
7.5. Разработка агентом сценариев будущего	180
7.6. Агенты на рынке	184
7.7. Обучение агентов.....	186

Глава 8. ЭКСПЕРИМЕНТЫ С МУЛЬТИАГЕНТНЫМИ МОДЕЛЯМИ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ	192
8.1. Мультиагентная имитационная модель активной рыночной системы	192
8.2. Мультиагентные системы моделирования финансовых рынков	199
8.3. Система FINMAS1M: стратегий трейдеров	211
8.4. FINMASIM: результаты экспериментов	218
Глава 9. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ХАОСА К МОДЕЛИРОВАНИЮ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ	225
9.1. Теория хаоса и фрактальная гипотеза рынка	225
9.2. Гипотеза фрактального рынка (FMH)	229
9.3. Нелинейная динамическая модель финансового рынка	234
Глава 10. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЙ НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ: МУЛЬТИФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ	250
10.1. Смена парадигмы технического анализа	250
10.2. Мультифрактальная модель рынка	253
10.3. Вейвлет-преобразование	256
10.4. Предсказание кризисных ситуаций с помощью мультифрактального анализа и вейвлет-анализа	262
Библиографический список	271
Приложение. Адаптивное автоматизированное рабочее место трейдера SweetKit	275

P69

Романов В.П.

Информационные технологии моделирования финансовых рынков / В.П. Романов, М.В. Бадрина. - М.: Финансы и статистика, 2010. - (Прикладные информационные технологии). - 288 с: ил.

ISBN 978-5-279-03444-4

Посвящена проблемам определения методов и форм регулирования финансового рынка на примере рынка ценных бумаг. В доступной форме рассмотрена технология работы трейдера с информационно-коммуникационной системой Metatrader. Описан проект FINGRID, реализуемый в странах Европейского союза. Приведены авторские разработки по автоматическому формированию набора шаблонов ценовых фигур при помощи нейронных сетей. Особый интерес представляют разделы, посвященные прогнозу кризисных ситуаций на финансовых рынках, выполненному с учетом теории хаоса и фрактального анализа, а также имитационному мультиагентному моделированию рынков.

Для студентов, аспирантов, преподавателей экономических вузов, а также для обучающихся в магистратуре и получающих второе высшее образование. Представляет интерес для финансовых аналитиков и менеджеров.