

**В. И. Жижилев**

**ОПТИМАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ  
ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРИБЫЛИ  
на рынке FOREX и рынке ценных бумаг**

**Москва**  
**Издательство «ФИНАНСОВЫЙ КОНСУЛЬТАНТ»**  
**2002**

УДК 336.76.0:330.46

ББК 65.262.2

Ж70

**Жижилев В. И.**

**Ж70** Оптимальные стратегии извлечения прибыли на рынке FOREX и рынке ценных бумаг / В. И. Жижилев – М.: Финансовый консультант, 2002. -280 с.-

ISBN 5-94805-001-7

Эту книгу можно рассматривать, как введение в современную теорию и практику спекулятивной деятельности на финансовом рынке, базирующуюся на использовании методов кибернетики для выработки стратегии инвестирования. Основная задача, которая подробно рассматривается в книге, состоит в синтезе оптимального управления портфелем финансовых инструментов по критерию максимизации прибыли (дохода) инвестора на вложенные средства. Под оптимальным управлением портфелем понимается динамическая последовательность инвестиционных решений, при реализации которой, инвестор сможет извлекать потенциально возможную для финансового рынка прибыль в условиях ограниченного риска инвестиций.

В теоретическом и прикладном аспекте материал книги является оригинальным, при этом его изложение ведётся простым и понятным языком.

Книга, в первую очередь, должна представлять интерес для тех, кто заинтересован в пополнении и приумножении своих знаний в области теории и практики финансовых спекуляций.

Настоящее издание защищено авторским правом. Частичное и полное копирование и тиражирование книги без согласия автора запрещено.

УДК 336.76.0:330.46

ББК 65.262.2

ISBN 5-94805-001-7

© Жижилев В. И., 2002

© ФИНАНСОВЫЙ КОНСУЛЬТАНТ,  
оригинал-макет, оформление, 2002

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	8
<b>РАЗДЕЛ 1. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФИНАНСОВЫЙ РЫНОК И ЕГО УЧАСТНИКИ</b> .....	13
1.1. Общая структура финансового рынка .....	13
1.2. Участники финансового рынка .....	16
<b>РАЗДЕЛ 2. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВАЛЮТНЫЙ РЫНОК FOREX</b> .....	20
2.1. Общая характеристика рынка FOREX .....	20
2.2. Основы валютного дилинга .....	23
2.2.1. Валютный дилинг – что это такое? .....	23
2.2.2. Валютный дилинг, как задача оптимального управления денежными ресурсами .....	26
2.3. Валютные курсы, котировки валют, спрэд .....	30
2.4. Основные участники рынка FOREX .....	37
2.5. Реальная и виртуальная торговля валютой .....	40
2.5.1. Реальные конверсионные операции .....	40
2.5.2. Финансовые игры на рынке FOREX или же виртуальная торговля валютой .....	42
2.5.3. Основные правила маржинальной торговли на рынке FOREX .....	44
2.5.4. Экономическая сущность маржинальной торговли .....	48
2.5.5. Маржинальная торговля и теория игр. Кто выигрывает, и кто проигрывает на рынке FOREX .....	54
2.5.5.1. Идеализированная модель спекулятивной деятельности в виде «игры с природой» .....	58
2.5.5.2. Обобщенная модель финансовых спекуляций, как игра спекулянта с «природой» .....	59
<b>РАЗДЕЛ 3. СПЕКУЛЯТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА СРОЧНОМ РЫНКЕ</b> .....	62
3.1. Общая характеристика срочного рынка .....	62
3.2. Форвардный рынок .....	64
3.3. Опционный рынок .....	65
3.3.1. Общая характеристика опционного рынка .....	65

3.3.2. Цена опционов .....	71
3.3.3. Спекулятивные опционные стратегии, или как программировать прибыль при опционной торговле .....	72
<i>Динамические опционные стратегии извлечения прибыли</i> .....	74
3.4. Фьючерсный рынок .....	81
3.4.1. Общая характеристика фьючерсного рынка .....	81
3.4.2. Организация фьючерсной торговли .....	83
3.4.3. Финансовые фьючерсные контракты .....	87
3.4.4. Фьючерсные стратегии .....	90
3.4.4.1. Фьючерсные стратегии для хеджирования .....	90
3.4.4.2. Фьючерсные спекулятивные стратегии .....	92
3.4.4.2.1. Извлечение прибыли с использованием только фьючерсных контрактов .....	92
3.4.4.2.2. Спекулятивные стратегии, предполагающие совместное проведение операций на спотовом и фьючерсном рынках .....	97
<b>РАЗДЕЛ 4. РОССИЙСКИЙ РЫНОК ДОЛЕВЫХ И ДОЛГОВЫХ ЦЕННЫХ БУМАГ И ЕГО СПЕКУЛЯТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ .....</b>	<b>100</b>
4.1. Общая характеристика российского рынка ценных бумаг .....	100
4.2. Стратегии извлечения прибыли на рынке акций .....	106
<b>РАЗДЕЛ 5. КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СРОЧНОГО И СПОТОВОГО РЫНКА ЦЕННЫХ БУМАГ .....</b>	<b>108</b>
5.1. Сущность концепции модели рынка .....	108
<b>РАЗДЕЛ 6. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ .....</b>	<b>113</b>
6.1. Понятие «портфеля ценных бумаг» .....	113
6.2. Традиционный фундаментальный анализ .....	114
6.3. Традиционный технический анализ .....	116
6.4. Современный технический анализ, статистика и традиционная теория оптимального портфеля .....	117
6.4.1. Характеристики эффективности ценных бумаг .....	117
6.4.2. Метод ведущих факторов .....	121

6.4.3. Количественные характеристики портфеля ценных бумаг .....	125
6.4.4. Свойства портфеля ценных бумаг .....	127
6.4.5. Классические постановки задач оптимизации портфеля ценных бумаг .....	132
6.4.6. Основные рекомендации по формированию портфеля ценных бумаг в рамках «классической» теории оптимального портфеля .....	137
<b>РАЗДЕЛ 7. ВВЕДЕНИЕ В СОВРЕМЕННУЮ ТЕОРИЮ ФИНАНСОВЫХ СПЕКУЛЯЦИЙ .....</b>	<b>139</b>
7.1. Гносеология финансовых спекуляций .....	139
7.2. Теория управления динамическими системами, как теоретическая основа финансовых спекуляций .....	146
7.2.1. От «оптимизации» к «управлению» портфелем ценных бумаг .....	146
7.2.2. Задача оптимального программного управления динамической системой .....	148
7.2.3. Задача оптимального программного управления, как задача оптимизации в бесконечномерном пространстве .....	152
7.2.4. Оптимальное управление динамической системой с использованием обратной связи .....	154
7.2.5. Оптимальное управление динамической системой с использованием прогнозирования .....	159
7.2.6. Оптимальное управление портфелем финансовых инструментов по замкнутому контуру .....	161
7.3. Финансовый рынок как стохастическая дифференциальная система .....	161
7.3.1. Связь между дифференциальными (разностными) уравнениями и корреляционными функциями случайных процессов .....	163
7.3.2. Математические модели финансового рынка в виде дифференциальных и разностных уравнений .....	167

<i>Математическая модель финансового рынка в непрерывном времени</i> .....	168
<i>Математическая модель финансового рынка в дискретном времени</i> .....	175
7.3.3. Синтез конкретных моделей финансового рынка .....	177
7.4. Оптимальное стохастическое управление портфелем финансовых инструментов .....	186
7.4.1. Основная решаемая задача .....	186
7.4.2. Стратегия инвестиций - как ее выбрать? .....	187
7.4.3. Математическая постановка задачи извлечения потенциально возможной прибыли на финансовом рынке .....	191
7.4.4. Алгоритм оптимального стохастического управления портфелем финансовых инструментов, обеспечивающий извлечение потенциально возможной прибыли .....	195
7.4.4.1. Оптимальное оценивание и прогнозирование вектора состояния финансового рынка .....	196
7.4.4.2. Синтез алгоритма динамической оптимизации принимаемых инвестиционных решений .....	199
<b>РАЗДЕЛ 8. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ФИНАНСОВОГО РЫНКА</b> .....	<b>206</b>
8.1. Основные задачи, решаемые программным обеспечением, и используемые при этом методы.....	206
<i>Статистические методы</i> .....	207
<i>Эволюционное программирование</i> .....	208
<i>Генетические алгоритмы</i> .....	209
<i>Нейронные сети</i> .....	209
<i>Нечёткие системы на базе нечёткой логики</i> .....	211
<i>Волновой анализ</i> .....	212
<i>Технический анализ</i> .....	213
<i>Современный технический (математический) анализ</i> .....	214

<i>Извлечение потенциально возможной для финансового рынка прибыли</i> .....	215
8.2. Программные пакеты, используемые на финансовом рынке .....	217
<b>РАЗДЕЛ 9. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ЦЕННЫХ БУМАГ</b> .....	<b>229</b>
9.1. Практика – критерий истины .....	229
9.2. Основные результаты .....	230
9.3. Выводы .....	238
<b>РАЗДЕЛ 10. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПЕКУЛЯТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РЫНКЕ FOREX</b> .....	<b>239</b>
10.1. Сколько можно заработать на FOREX? .....	239
10.2. Основные стратегии извлечения прибыли на рынке FOREX .....	242
10.3. Оптимальное статистическое прогнозирование курсов валют .....	249
10.4. Методология тестирования торговых систем для рынка FOREX .....	252
10.5. Математическая формулировка задачи оценивания эффективности маржинальной торговли на FOREX .....	253
10.6. Результаты решения задачи по оцениванию экономической эффективности торговли на FOREX .....	258
10.7. Алгоритм максимизации прибыли на рынке FOREX и условия бесприоритетной торговли .....	264
10.8. Выводы по достижимой эффективности торговли на рынке FOREX .....	270
<b>РАЗДЕЛ 11. ФИНАНСОВЫЕ ИНВЕСТИЦИИ ЧЕРЕЗ INTERNET</b> .....	<b>272</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	<b>275</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	<b>278</b>

Моему лучшему другу и жене  
Татьяне Артемиевне Жижилевой  
посвящаю.  
Автор.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга адресована самому широкому кругу читателей, как начинающим спекулянтам и инвесторам, заинтересованным в приумножении своих личных сбережений, так и профессиональным участникам финансового рынка, для которых инвестиционная деятельность является составной частью их профессии.

Автор книги, кандидат технических наук, специализирующийся в области кибернетики, уже много лет занимается вопросами создания математических технологий для извлечения прибыли на финансовом рынке. По мнению автора, эта книга будет интересна студентам, аспирантам и преподавателям высших учебных заведений, а также будет представлять интерес для широкого круга экономистов, инженеров и математиков, заинтересованных в приложении своих знаний, образования и интеллекта в такой увлекательной, исключительно наукоемкой и потенциально высокоприбыльной сфере бизнеса, как *оптимальное управление капиталом*.

Под управлением капиталом (синонимами этого понятия являются также «управление инвестициями», «управление портфелем финансовых инструментов») понимается выбор той или иной стратегии инвестирования денежных средств в различные финансовые инструменты (основные мировые валюты и ценные бумаги) с целью извлечения прибыли. Предполагается, что процесс управления капиталом разворачивается во времени в виде динамической последовательности инвестиционных решений. Если целью инвестиционной деятельности является максимизация прибыли на вло-



женные средства, при условии ограничения риска инвестиций, то искомая инвестиционная (спекулятивная) стратегия, обеспечивающая экстремальное значение выбранному критерию, одновременно будет являться оптимальной стратегией.

В качестве экономической среды, в рамках которой инвестор осуществляет свою деятельность, в книге рассматривается международный валютный рынок FOREX и рынок ценных бумаг.

Совершенно очевидно, что заработать «какие-нибудь» деньги (или потерять свои) в процессе инвестиционной (спекулятивной) деятельности можно неограниченным числом способов. Вместе с тем, интуитивно понятно, что финансовый рынок и, в частности, международный валютный рынок FOREX и рынок ценных бумаг, обладают некоторыми потенциальными возможностями для извлечения прибыли. Потенциально возможная прибыль – это та максимально возможная прибыль, которую объективно может извлечь инвестор за определенный период времени, если бы он действовал некоторым наилучшим («оптимальным») образом. Однако здесь остается открытым главный вопрос - как надо действовать инвестору (финансовому спекулянту), чтобы извлечь потенциально возможную для рынка прибыль?

Исчерпывающий ответ на поставленный выше вопрос в книге дается на основе методов кибернетики и, в частности, методов теории оптимального управления динамическими системами.

Как это не кажется на первый взгляд парадоксальным, оказывается, что математические модели инструментов финансового рынка (мировых валют и ценных бумаг) с одной стороны, и математические модели всевозможных подвижных объектов (ракет, самолетов и т. д.) с другой стороны, могут быть описаны одними и теми же дифференциальными (для дискретного времени - разностными) уравнениями. Указанный факт является ещё одной наглядной иллюстрацией известного философского принципа марксизма-ленинизма: «...единство материи проявляется через общность дифференциальных уравнений, описывающих природу явлений...».

Именно это обстоятельство (тождественность математических моделей) позволяет для решения задачи оптимального управления

капиталом использовать самые современные и мощные математические методы. С точки зрения поиска оптимального управления совершенно безразлично – синтезируется ли оптимальное управление траекторией полета летательного аппарата или же оптимальное управление капиталом. Главное, что с математической точки зрения методы решения указанных задач совершенно одинаковы.

Излагаемая в книге концепция оптимального управления капиталом, базирующаяся на методах теории оптимального управления динамическими системами, является новой как в научном, так и практическом аспекте, что делает содержание книги, в целом, оригинальным.

В книге приведены факты, свидетельствующие о том, что функционирование финансового рынка подчинено определенным статистическим закономерностям, которые в рамках методологии кибернетики вполне можно использовать для синтеза оптимального управления капиталом.

При изложении соответствующих вопросов основной упор делается на концептуальную и экономическую сторону рассматриваемых алгоритмов извлечения потенциально возможной прибыли, при этом соответствующие математические вопросы рассматриваются лишь в качестве иллюстрации основных экономических идей оптимального управления капиталом. Последнее обстоятельство делает настоящую книгу доступной и понятной для самого широкого круга читателей.

Для того чтобы начинающие инвесторы могли бы с открытыми глазами оценить свои возможности и перспективность освоения для себя новой профессии финансового спекулянта (как показывает мировая практика - это абсолютно необходимое звено рыночной экономики), в книге достаточно подробно рассматривается экономическая сторона финансовых спекуляций. В частности, показано, что спекулятивная деятельность в условиях маргинальной торговли на рынке FOREX и рынке ценных бумаг – это разновидность «финансовых игр», победителем в которых выступает не «счастливчик» (известно, что фортуна изменчива и капризна), а высокообразованный профессионал.

Ознакомившись с настоящей книгой, читатель может сделать для себя очень важный вывод, а именно - дилетантство и «верхоглядство» при работе на финансовом рынке абсолютно недопустимы. В противном случае, дилетанту уготована участь «жертвенного барашка», деньги которого на вполне законных основаниях очень скоро достанутся более образованным и профессиональным участникам финансового рынка.

С учетом сказанного, для каждого начинающего финансового спекулянта остается открытым главный вопрос - можно ли, вступая в противоборство с мощной и хорошо отлаженной международной финансовой индустрией «справедливого рыночного перераспределения денег», избежать участи «жертвенного барашка»?

Ответ на этот главный вопрос заинтересованный читатель найдет в настоящей книге, и он *положителен*. Указанный ответ одновременно является и простым, и сложным.

Простая часть ответа состоит в том, что для того, что бы спекулянт смог бы получить реальный выигрыш, он должен «переиграть» рынок.

Сложная часть ответа, какими алгоритмами (стратегиями) принятия решений должен пользоваться спекулянт, чтобы систематически «переигрывать» рынок.

Попыткой изложения оптимальных динамических стратегий извлечения прибыли на рынке FOREX и рынке ценных бумаг на базе использования методологии кибернетики как раз и является настоящая книга.

Автор придерживается мнения, что каковыми не были бы «красивыми» любые экономические или математические теории, они имеют право на жизнь только в том случае, если результаты, получаемые с их помощью, являются полезными для практики. Именно руководствуясь указанным критерием, можно констатировать, что результаты практического применения методологии кибернетики в инвестиционной практике, оказались весьма обнадеживающими. Об этом достаточно красноречиво свидетельствуют данные об экономической эффективности оптимального управления портфелем ценных бумаг, представленные в разделе 9, и сведения о

потенциально достижимой эффективности торговли на рынке FOREX, представленные в разделе 10 книги.

Для того чтобы заинтересованный читатель смог бы в одном месте почерпнуть необходимые сведения по функционированию международного финансового рынка и методам его анализа, в книгу включены соответствующие разделы (разд. 1-4,6,8,11), материал которых носит, в основном, познавательный и справочный характер. Одновременно в указанных разделах присутствуют также и оригинальные сведения, касающиеся моделей и стратегий спекулятивной деятельности в различных секторах финансового рынка.

Материалы, представленные в разделах 5,7,9,10 книги, можно рассматривать как введение в современную теорию и практику финансовых спекуляций на базе методологии кибернетики. Указанные сведения являются полностью оригинальными, при этом подобная тематика вопросов никогда ранее не рассматривалась в известных автору работах.

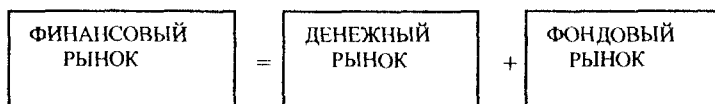
# РАЗДЕЛ 1. Международный финансовый рынок и его участники

---

**В** настоящем разделе приведена общая структура финансового рынка. Даны краткие определения и характеристики основных участников рынка. Все сведения представлены в краткой конспективной форме, и они носят справочный характер.

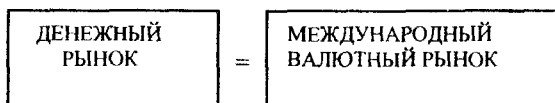
## 1.1. Общая структура финансового рынка

Финансовый рынок можно определить, как институциональную структуру или же механизм, обеспечивающий создание и обмен финансовыми активами[9]. В настоящее время обычно рассматривают структуру финансового рынка в следующем виде (рис. 1.1):



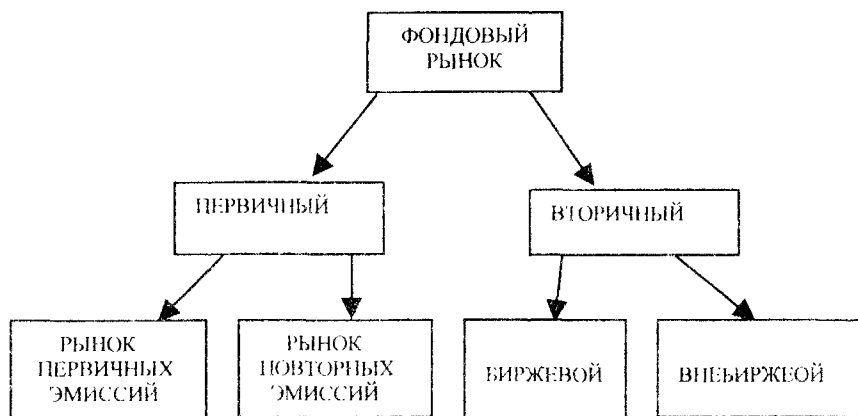
**Рис. 1.1.**

На денежном рынке обращаются краткосрочные долговые обязательства (со сроком погашения менее года) и собственно деньги, как товар. Применительно к международному денежному рынку условно можно положить (рис. 1.2):



**Рис. 1.2.**

На фондовом рынке обращаются долгосрочные финансовые инструменты со сроком обращения более одного года. Структуру фондового рынка, который также называют рынком ценных бумаг, можно представить в виде следующей блок-схемы (рис. 1.3):



**Рис. 1.3.**

Важно подчеркнуть, что та или иная классификация финансового рынка базируется на использовании тех или иных критериев его оценки. Покажем это на следующих примерах.

В приведенных выше схемах финансового рынка в качестве критерия классификации принята функциональная классификация, а именно, что является предметом обращения на соответствующих рынках – наличные деньги или же ценные бумаги. Деньги и ценные бумаги являются финансовыми инструментами соответствующих рынков, которые инвестор (спекулянт, трейдер и т. д.) может использовать тем или иным способом и в результате чего получить прибыль или убыток. Хотя на фондовом рынке обращаются ценные бумаги, их купля – продажа осуществляется за наличные деньги. Поэтому приведенная выше структура фондового рынка (рис. 1.3.) носит достаточно условный характер, так как од-

современно с ценными бумагами на указанном рынке обращаются также и наличные деньги.

Если в качестве критерия классификации финансового рынка выбрать фактор времени поставки обращающихся на рынке финансовых инструментов, то здесь возможны два варианта классификации, а именно, спотовый рынок (спот - рынок или же рынок кассовых операций) и рынок срочных контрактов, который также называют рынком производных финансовых инструментов. В рамках указанной классификации денежный рынок может быть одновременно и спотовым, если предполагается немедленная поставка соответствующего финансового инструмента (в течение 1 – 2-х дней), и срочным, если предполагается отсроченная (на несколько недель или же месяцев) поставка соответствующего финансового инструмента. То же самое разделение, с позиций сроков поставки финансовых инструментов, присуще и фондовому рынку.

Применительно к срочному рынку, его можно классифицировать с точки зрения организационной формы заключаемых на нём контрактов на [8,23] фьючерсный, форвардный, опционный рынок и рынок свопов. Подробности организации срочного рынка нами будут рассмотрены позднее в разделе 3.

Спотовые и срочные рынки можно также классифицировать по критерию обязательности или же необязательности реальной поставки торгуемых на соответствующих рынках финансовых инструментов. Так, например, на спотовом международном валютном рынке FOREX, на котором осуществляются валютно-обменные (конверсионные) операции, может осуществляться как торговля, предусматривающая реальную поставку валют, так и торговля, не предполагающая таковой (маржинальная торговля). Применительно к срочному рынку и при исполнении фьючерсных и опционных контрактов соответствующие финансовые инструменты, лежащие в их основе, могут, как поставляться, так и не поставляться.

С точки зрения организации торговли, финансовый рынок может быть классифицирован как биржевой и внебиржевой. Биржевая торговля обращающихся на финансовом рынке инструментов

(активов) проводится по строго регламентированным правилам, при этом сама биржа выступает гарантом исполнения заключенных на ней сделок. В силу вышесказанного можно провести дополнительную классификацию спотовых и срочных рынков с точки зрения обязательности исполнения контрактов. Так, например, если торговля ценными бумагами на спотовом или срочном рынке осуществляется через биржу, то их исполнение гарантировано. Для срочного рынка сказанное относится, прежде всего, к фьючерсным контрактам. Хотя опционные контракты также заключаются через биржу, но они предусматривают лишь право владельца контракта прибегнуть или отказаться от его исполнения. Применительно к форвардным контрактам, указанные контракты заключаются между двумя сторонами на внебиржевом рынке. Поэтому, теоретически, одна из сторон может отказаться от исполнения контракта, при этом ей, в этом случае, будут грозить санкции неэкономического типа - потеря деловой репутации, доброго имени и так далее. Это обусловлено, прежде всего, тем, что форвардные контракты не предусматривают внесение договаривающимися сторонами залога, который при неисполнении сделки одной из сторон может перейти в пользу другой стороны.

## **1. 2. Участники финансового рынка**

Ниже кратко рассматривается вопрос об основных участниках финансового рынка.

Участниками международного финансового рынка являются: банки, валютные и фондовые биржи, брокерские фирмы, страховые и инвестиционные компании и фонды, внешнеторговые и производственные компании, международные валютно-кредитные и финансовые организации.

По критерию степени риска выполняемых на финансовом рынке операций (в порядке возрастания риска), участников рынка можно условно разделить на следующие группы: арбитражеры, хеджеры, предприниматели и инвесторы, спекулянты и игроки.



Риском финансовых операций называется возможность недостижения участником рынка поставленных перед собой целей в силу неопределенностей в развитии рыночной ситуации.

Арбитражёр - это физическое или юридическое лицо, извлекающее прибыль за счёт одновременной купли – продажи одного и того же финансового инструмента (актива) на разных рынках, если на соответствующих рынках возникли разные цены на один и тот же актив (пространственный арбитраж). Арбитражные операции позволяют выравнивать цены на разных рынках, а также позволяют восстанавливать паритетные соотношения между взаимосвязанными активами. Арбитражные операции позволяют получать прибыль без всякого риска.

Хеджер - это лицо, которое осуществляет страхование своей прибыли путем заключения сделки на срочном рынке. Примером операции хеджирования является, например, заключение фьючерсного контракта на поставку через некоторое время базового актива, лежащего в основе контракта, по заранее оговоренной цене. При заключении соответствующего контракта хеджер будет защищён от возможных превратностей развития рыночной ситуации, однако, «платой» за эту уверенность для него будет выступать минимальная прибыль, которой он вынужден, будет довольствоваться.

Предприниматели и инвесторы - это физические или юридические лица, вкладывающие свой или же привлеченный капитал с целью извлечения прибыли. Действия предпринимателей и инвесторов носят определенный консерватизм, направленный на минимизацию риска совершения финансовых операций.

Спекулянт - это лицо, стремящееся получить максимально возможную для финансового рынка прибыль за счёт разницы курсов покупки и продажи финансовых инструментов, которая может возникнуть во времени. Успех деятельности спекулянта зависит от множества условий, главными из которых являются умение прогнозировать развитие рыночной ситуации и умение принимать целенаправленные решения, позволяющие максимизировать приращение стоимости первично вкладываемых спекулянтом средств.

По нашему мнению, спекулятивная деятельность на финансовом рынке, при рассмотрении её на математическом уровне, является исключительно наукоемкой и может быть выражена в виде строгих алгоритмов извлечения прибыли. В силу вышесказанного, заниматься спекуляциями на финансовом рынке, безусловно, могут любые участники рынка, однако на успех на этом поприще могут рассчитывать только наиболее высокообразованные и талантливые профессионалы.

В силу доставшегося нам ещё с советских времен менталитета, в деятельности спекулянта многие на бытовом уровне усматривают что-то неприличное или постыдное. Однако, применительно к финансовому рынку, это абсолютно неправильное понимание. Спекулянта на финансовом рынке можно назвать даже «героем», который обеспечивает ликвидность рынка. Спекулянт в своей погоне за прибылью принимает на себя все риски изменения цен, которые перекладывают на него хеджеры. С учётом этого, спекулянт для финансового рынка является абсолютно необходимым звеном. Спекулятивная деятельность на финансовом рынке позволяет получать максимально возможные для рынка прибыли, что является «платой» за тот риск, которые берут на себя спекулянты. С учетом рисков спекулятивной деятельности спекулянты могут не только быстро обогатиться, но и полностью разориться, если они будут плохо учитывать соотношение риска и прибыльности совершаемых операций.

*Игроки* - это, как правило, непрофессиональные участники финансового рынка, которые в погоне за прибылью готовы идти на любой риск, и, в конечном итоге, они всегда оказываются в проигрыше. Игроки выполняют для финансового рынка очень полезную роль «закладных барашков», деньги которых в конечном итоге перераспределяются в пользу более профессиональных участников рынка.

После того, как мы рассмотрели типы основных участников финансового рынка, определим далее основные требования, которым должен отвечать процесс функционирования финансового

рынка в случае последующего использования методологии кибернетики для извлечения прибыли на подобном рынке.

В указанном случае рынок должен обеспечивать:

- ликвидность обращающихся на нём финансовых инструментов;
- регулярность проведения торгов;
- наличие информационной инфраструктуры, обеспечивающей гласность и доступность котировок финансовых инструментов для всех заинтересованных лиц.

Почему указанные требования к финансовому рынку являются именно такими, а не иными, будет подробнее рассмотрено в последующих разделах книги при анализе сущности спекулятивных операций. Здесь мы ограничимся лишь утверждением, что указанным выше требованиям к процессу функционирования рынков удовлетворяют как биржевые рынки (рынки ценных бумаг), так и внебиржевые рынки, в частности, международный валютный рынок FOREX.

Целью всех рассматриваемых в настоящей книге спекулятивных операций является извлечение потенциально возможной для финансового рынка прибыли.

Ниже более подробно рассматривается организация и функционирование указанных рынков.

## **РАЗДЕЛ 2. Международный валютный рынок FOREX**

---

**В** настоящем разделе приведены сведения по рынку FOREX, которые, в первую очередь, должны представлять интерес для «новичков» указанного рынка. Однако, нетрадиционный характер рассмотрения материала и, в первую очередь, концепция финансовых спекуляций на рынке FOREX как задача управления капиталом, а также использование методологии теории игр, должны представлять интерес и для «ветеранов» указанного рынка. Изложение ведётся в краткой конспективной форме, по возможности, без потери характерных черт и особенностей спекулятивной деятельности на указанном рынке.

### **2.1. Общая характеристика рынка FOREX**

Международный валютный рынок можно определить как совокупность экономических отношений, проявляющихся при совершении операций покупки-продажи иностранных валют, депозитно-кредитных отношениях в иностранных валютах, а также при операциях по инвестированию валютного капитала.

С информационной точки зрения валютный рынок представляет собой информационную инфраструктуру, которая отражает протекающие на нём экономические процессы.

Среди всех операций, совершаемых на международном валютном рынке, в настоящей книге наиболее подробно рассматриваются валютно-обменные (конверсионные) операции, осуществляемые на рынке FOREX, а также организация торговли и финансовые спекуляции на фьючерсном и опционном рынках.

Потребность в совершении конверсионных операций возникла одновременно с развитием международной торговли. Международный валютный рынок в его нынешнем состоянии сложился в 70-х годах, когда были введены свободные («плавающие») курсы валют, при этом цена одной валюты по отношению к цене другой

валюты определялась только на основе спроса и предложения со стороны участников рынка.

Международный валютный рынок FOREX (Foreign Exchange Market или FX), с точки зрения времени совершения операций, является спотовым рынком или, что одно и то же, рынком кассовых операций.

Особенность совершения кассовых операций состоит в том, что с момента заключения сделки и до момента поставки базового актива, лежащего в основе конверсионной операции, проходит время не более 1-2-х суток.

Основными функциями рынка FOREX являются:

- своевременное осуществление валютных расчетов;
- регулирование валютных курсов;
- диверсификация валютных резервов;
- получение прибыли участниками валютного рынка в виде разницы курсов валют;
- проведение валютной политики государствами с целью поддержки национальных валют.

Несмотря на то, что рынок FOREX является спотовым, он также может использоваться для заключения срочных сделок на поставку через определенное время той или иной валюты по заранее оговоренной цене (фьючерсные и форвардные контракты). Использование срочных контрактов на рынке FOREX позволяет хеджировать (страховать) валютные риски, связанные с изменениями курсов валют с течением времени.

Объем операций на рынке FOREX постоянно растёт. Так, например, в работе [20] приводятся следующие данные по этому поводу. В декабре 1993 г. ежедневный объём конверсионных операций превысил 1100 млрд. долларов и продолжал увеличиваться примерно на 5-7% в год. На Лондонский рынок в рассматриваемый период времени приходилось порядка 480 млрд. долларов ежедневно, Нью-Йорк обменивал порядка 220 млрд., Токио обменивал порядка 170 млрд. долларов. Более скромные объёмы торговли валютами осуществлялись во Франкфурте-на-Майне - порядка 60 млрд., и в Сингапуре – 90 млрд. долларов.

Рынок FOREX является пространственно распределённым, так как торги на нём одновременно проходят в мировых финансовых центрах во всех частях света. Наличие средств компьютерных телекоммуникаций создаёт ощущение у каждого участника рынка, что он находится в торговом зале некоторой «всемирной биржи», на которой доступно совершение сделок с различными участниками рынка во всех частях света.

В течение календарных суток функционирование финансовых рынков начинается с Дальнего Востока, Новой Зеландии (Веллингтон), проходя последовательно часовые пояса – в Сиднее, Токио, Гонконге, Сингапуре, Москве, Франкфурте-на-Майне, Лондоне и Нью-Йорке. Отсчёт часовых поясов традиционно ведётся от Гринвичского меридиана (GMT).

В таблице 2.1 приведены данные [20] о соотношениях времени в различных мировых финансовых центрах по сравнению со временем по Гринвичу (GMT).

**Табл. 2.1**

Финансовый центр	Разница в часах от времени GMT	
	Зимой	Летом
Веллингтон	+11	+12
Сидней	+9	+10
Токио	+9	+9
Гонконг	+8	+8
Сингапур	+7	+8
Москва	+3	+4
Франкфурт-на-Майне	+1	+2
Цюрих	+1	+2
Лондон	0	+1
Нью-Йорк	-5	-4
Лос-Анджелес	-8	-7

Из данных, представленных в таблице 2.1 легко видеть, что Москва, с точки зрения возможностей проведения операций на рынке FOREX, находится в весьма выгодном положении. Утром до 11 часов по московскому времени можно получать информацию о сделках на Токийском рынке, до обеда – на Сингапурском рынке. Лондонский рынок начинает работу приблизительно в 11 часов по московскому времени, а сделки в Нью-Йорке начинаются после 16 часов и заканчиваются около 24 часов по московскому времени.

В субботу и воскресенье сделок на рынке FOREX проводится очень мало – это дни отдыха в финансовом мире.

## **2.2. Основы валютного дилинга**

### **2.2.1. Валютный дилинг – что это такое?**

Если заинтересованный читатель заглянет в тот или иной словарь экономических терминов, то, скорее всего, он не обнаружит толкование понятия «валютный дилинг». Это объясняется, скорее всего, тем, что указанное понятие является вариантом современно-го сленга в финансово-экономической области.

Применительно к финансовому рынку, понятие «дилинг» можно интерпретировать как те или иные действия дилера - физического или же юридического лица, занимающегося «куплей-продажей» тех или иных финансовых инструментов (ценных бумаг, иностранных валют, товарных или финансовых контрактов или же каких-то иных производных финансовых инструментов) за свой счёт с целью извлечения прибыли. Дилер, как правило, должен быть членом биржи (фондовой, валютной, товарной), на которой совершаются соответствующие операции «купли-продажи». Любые финансовые инструменты, с помощью которых дилер привлекает прибыль, могут быть куплены им за базовую расчётную валюту, в качестве которой на мировом финансовом рынке выступает доллар США (с 1974 г. - это мировая резервная валюта). Таким образом, дилер имеет в своем распоряжении базовую расчёт-

ную валюту, которой он может распорядиться по своему усмотрению, инвестируя её в те или иные финансовые инструменты. Так как дилер осуществляет инвестирование имеющихся у него денежных средств в те или иные финансовые инструменты, то он одновременно является также инвестором. Во всех случаях, если целью деятельности участников финансового рынка является извлечение прибыли, перед дилером (инвестором) всегда остаётся открытым главный вопрос - в какие финансовые инструменты и в какой динамической последовательности целесообразно вкладывать имеющиеся у него средства, чтобы максимизировать прибыль на вложенные средства за тот или иной отрезок времени.

Рассмотрим далее несколько подробнее вопрос – откуда у дилера может возникнуть прибыль (или убыток) в процессе управления им собственным капиталом или, что одно и то же, в процессе осуществления им валютного дилинга.

Основной «закон» образования прибыли от финансовых спекуляций (в облагороженном варианте обычно употребляют термины «краткосрочные инвестиции в финансовые активы», «валютный дилинг» и т. д.) давно всем хорошо известен, а именно: «дешево купить, а потом дорого продать». Хотя указанный «закон», в целом, справедлив и для международного финансового рынка, но его действие на указанном рынке не столь однозначно. Это обусловлено, прежде всего, тем, что указанный рынок, пользуясь математической терминологией, представляет собой достаточно сложную стохастическую систему, в которой наличие или отсутствие прибыли у инвестора носит вероятностную природу. Более подробно указанную тему мы будем обсуждать в последующих разделах книги. Здесь же мы кратко уточним используемые нами понятия и терминологию, а затем рассмотрим основные экономические аспекты образования прибылей или же убытков при осуществлении валютного дилинга.

Финансовые инвестиции – это вложение денежных средств в те или иные финансовые инструменты (ценные бумаги и основные мировые валюты), обращающиеся на международном финансовом рынке.



Целью инвестиционной деятельности (в краткосрочном аспекте) является решение двух основных задач: 1) извлечения прибыли за счет разницы курсов покупки и продажи финансовых инструментов; 2) страхования прибыли от случайных факторов, действующих на финансовом рынке. Решением первой задачи занимаются спекулянты, а второй – хеджеры. Спекулянты оказывают на финансовый рынок возмущающее, дестабилизирующее воздействие, а действия хеджеров, наоборот, сглаживают случайные возмущения рынка. Кроме спекулянтов и хеджеров на финансовом рынке присутствуют также и другие участники, роль которых будет рассмотрена в последующих разделах. Ниже приведём ещё несколько определений, используемых нами понятий.

Треjder – это физическое или юридическое лицо, которое специализируется на операциях «купли-продажи» финансовых инструментов. Если целью трейдера является извлечение краткосрочной прибыли, то он одновременно выступает в роли спекулянта. Если трейдер осуществляет покупку финансовых инструментов за свой счёт, то он одновременно является инвестором, самостоятельно выполняющим торговые операции.

Финансовые активы представляют собой законные права на некоторую будущую прибыль. Стоимость таких активов не зависит от формы, в которой они зафиксированы. Примером финансовых активов являются ценные бумаги.

Финансовые инструменты – это более ёмкое понятие, чем финансовые активы. Финансовый инструмент – это инструмент извлечения прибыли. В качестве финансовых инструментов для извлечения прибыли могут выступать как материальные активы (здания, сооружения, драгоценные металлы, антиквариат, иностранная валюта и др.), так и финансовые активы в виде ценных бумаг.

Управление капиталом – это разворачивающийся во времени целенаправленный процесс принятия решений по инвестированию денежных средств в те или иные финансовые инструменты с целью извлечения прибыли. Дилер, трейдер или инвестор при соверше-

нии операций «купли–продажи» на финансовом рынке фактически осуществляют *управление* своим или же привлеченным капиталом.

Валютный дилинг - это спекулятивная деятельность участников финансового рынка (дилеров, трейдеров, инвесторов), связанная с управлением собственными или же привлеченными денежными ресурсами (капиталом). Указанная деятельность преследует, в основном, краткосрочные цели по извлечению прибыли на финансовом рынке.

### **2.2.2. Валютный дилинг, как задача оптимального управления денежными ресурсами**

Главной темой настоящей книги является исследование деятельности финансовых спекулянтов и, соответственно, возможные и оптимальные стратегии извлечения прибыли.

Рассмотрим предварительно вопрос об экономическом смысле принимаемых спекулянтом (дилером, трейдером, инвестором) решений по инвестированию денежных средств в те или иные финансовые инструменты.

Хотя известный всем «закон» образования прибыли (сначала надо «дешево» купить, а затем «дорого» продать), кажется тривиальным, его реализация на финансовом рынке не столь очевидна, если рассматривать деятельность спекулянта на более или менее продолжительном отрезке времени. Продемонстрируем это следующими рассуждениями.

Первый вопрос, который возникает перед спекулянтом – это в какие финансовые инструменты целесообразно инвестировать денежные средства? Ответ представляется очевидным – в те, которые принесут наибольшую прибыль (доход). В соответствии с рассмотренным выше основным «законом», прибыль (доход) в упрощенном виде можно рассматривать как разницу между ценой продажи и ценой покупки выбранного спекулянтом финансового инструмента или же группы финансовых инструментов. В соответствии с этим прибыль (доход) можно рассматривать как приращение стоимости первично вложенных денежных средств. Если бы события

на финансовом рынке разворачивались по детерминированному сценарию, т. е. заранее было известно, какие финансовые инструменты дадут через некоторое время наибольшее приращение их стоимости, то проблем бы с инвестированием никаких не было. В этом случае стратегия извлечения прибыли совершенно очевидна, а именно - надо инвестировать деньги только в те финансовые инструменты, которые к моменту подведения итогов инвестиционной деятельности дадут наибольшее приращение их стоимости. Но на практике, к сожалению, не удастся реализовать эту простейшую стратегию извлечения прибыли. Это связано в первую очередь с тем, что деньги вкладываются, например, сегодня, а итоги инвестиционной (спекулятивной) деятельностью подводятся, допустим, по прошествии нескольких месяцев. Объективно процесс функционирования финансового рынка является таковым, что заранее невозможно предсказать, какие цены будут иметь на рынке те или иные финансовые инструменты через более или менее продолжительный отрезок времени. Поэтому на момент инвестирования денежных средств совершенно неочевидно, какие финансовые инструменты будут более предпочтительными для извлечения прибыли, а какие нет. Риск ошибочных решений при инвестировании денежных средств будет выражаться в убытках инвестора (спекулянта). Для того чтобы снизить подобные риски, можно использовать ту или иную стратегию управления капиталом, при этом разные стратегии управления могут использовать различную статистическую информацию по состоянию финансового рынка. Можно, например, использовать статистическую «обратную связь» по рынку или же прогнозировать «будущее» состояние финансового рынка и на основе этого уже принимать более обоснованные инвестиционные решения. Совокупность выбранных инвестиционных решений будет образовывать некоторую «траекторию» (закон) управления денежными ресурсами (капиталом). Экономический смысл управления капиталом достаточно прост и очевиден. Он состоит в том, что инвестор (спекулянт) должен в условиях ограничения рисков инвестиций выбрать такую «траекторию» управления капиталом, чтобы максимизировать приращение стоимости

первично вложенных им средств за период времени, на котором оценивается результативность его инвестиционной (спекулятивной) деятельности.

На сегодня является общепризнанным тот факт [7,8,9], что события, протекающие на финансовом рынке, при их рассмотрении на некотором отрезке времени носят выраженную статистическую природу. Это обстоятельство делает возможным и целесообразным применение мощных методов математики и кибернетики для решения задач оптимального управления капиталом. Инвесторы и спекулянты, использующие подобные методы в своей практической деятельности, смогут стать арбитрами и получить односторонние преимущества перед остальными участниками рынка с точки зрения возможностей извлечения прибыли. Что же мешает профессиональным и высокообразованным участникам финансового рынка использовать подобные методы? Ответ на этот вопрос, с нашей точки зрения, достаточно прост и очевиден – это отсутствие законченных теоретических и практических наработок в указанной области. Если говорить о российской действительности, то исторически события в нашей стране складывались таким образом, что специалисты в области математики и кибернетики до перехода нашей страны к рыночной экономике занимались, в основном, обслуживанием оборонных отраслей промышленности. Именно здесь достаточно успешно решались задачи оптимального управления различными техническими системами – летательными аппаратами, реакторами и т. д. Использование же подобных методов применительно к финансовой сфере в эпоху социализма никак не было востребовано практикой. В условиях новых российских реалий интерес к использованию методов математики и кибернетики для извлечения прибыли на финансовом рынке, безусловно, повысился. Именно это обстоятельство позволяет надеяться на то, что указанное направление исследований и базирующиеся на нем практические наработки получат дальнейшее развитие и совершенствование.

В последующих разделах книги мы покажем, что задача оптимального управления капиталом может быть сформулирована на

достаточно строгом математическом уровне и решена с использованием методов кибернетики и, в частности, с использованием методов теории оптимального управления динамическими системами [1,2].

После ознакомления с современной теорией финансовых спекуляций (см. ниже раздел 7), заинтересованный читатель сможет убедиться в том, что математические модели технических динамических систем (например, летательных аппаратов) и модели финансовых инструментов (ценных бумаг, основных мировых валют) могут быть представлены в совершенно одинаковой математической форме. Именно это последнее обстоятельство позволяет формулировать задачу извлечения потенциально возможной для финансового рынка прибыли как задачу оптимального управления динамическими системами. Если математические модели финансовых и технических систем, в виде дифференциальных и разностных уравнений, одинаковы, то совершенно безразлично – определяется ли оптимальная траектория полёта летательного аппарата или же оптимальный закон управления капиталом. На математическом уровне методы решения подобных задач совершенно одинаковы.

Результатом решения задачи оптимального управления капиталом будет являться разворачивающаяся во времени динамическая последовательность инвестиционных решений (оптимальная «траектория» управления капиталом), при использовании которой инвестор (спекулянт, трейдер) может извлечь потенциально возможную для рынка прибыль. Естественно, что оптимальность управления капиталом понимается в статистическом смысле. Это означает, что при использовании найденной стратегии управления инвестор (спекулянт) будет фактически максимизировать математическое ожидание (среднее значение) извлекаемой прибыли.

Изложению основ указанной теории и практическим результатам по её применению на финансовом рынке посвящена настоящая книга. Однако для того, чтобы заинтересованный читатель смог бы наиболее эффективно воспринимать новые взгляды на спекулятивную деятельность, для этого желательно иметь некоторый ба-

гаж знаний по рынку FOREX и рынку ценных бумаг. Ниже в краткой конспективной форме приводятся необходимые сведения на эту тему.

### 2.3. Валютные курсы, котировки валют, спрэд

Прежде чем говорить о валютах, их котировках и спрэдах, укажем (см. табл. 2.2.) основные используемые общепринятые обозначения применительно к некоторым основным мировым валютам.

Табл. 2.2.

Код валюты	Название валюты	Синонимы
USD	доллар США	green back
DEM (DMK)	немецкая марка	
CHF (SWE,SFR)	швейцарский франк	swissy
JPY (YEN)	японская йена	
GBP(STG)	английский фунт стерлингов	cable

#### Валютный курс

Валютный курс (обменный курс) означает количество единиц одной валюты, которое можно купить (обменять) на единицу другой валюты. С учетом сказанного, обменный курс является ценой одной валюты в терминах другой валюты. Эта цена определяется рядом факторов, таких как:

- 1) общий уровень товарных цен в двух странах;
- 2) ожидаемые темпы инфляции в двух странах;
- 3) уровень процентных ставок в двух странах;

- 4) степень торговых ограничений, к которым прибегают правительства двух стран из экономических и политических соображений.

Существует всего два вида обменных курсов – спотовый и форвардный.

Спотовый обменный курс является курсом обмена валюты с немедленным платежом и поставкой валюты.

Форвардный курс обмена валюты является текущим курсом обмена валют с отложенной поставкой. Отложенная поставка валюты означает, что цена валюты согласовывается сейчас, а поставка валюты и платёж по ней произойдут в более поздний срок.

Для рынка FOREX используются только спотовые обменные курсы валют, которые и являются предметом дальнейшего рассмотрения.

### **Котировки валют.**

Фиксирование курса национальной денежной единицы в иностранной денежной единице, называется *валютной котировкой*. Котировку валют осуществляют государственные и крупные коммерческие банки. Всего возможно два вида котировок валют:

- 1) 1 USD = национальная валюта (DEM, CHF, YEN, и др.)
- 2) единица национальной валюты (GBP, DEM, и др.) = количеству USD.

Первый вид котировки валюты называется *котировкой в американских терминах* [10] или же *прямой котировкой* [22,20]. В указанной котировке за единицу принимается доллар США, и котировка означает, сколько конкретной национальной валюты можно получить за один доллар США.

Второй вид котировки означает стоимость единицы любой национальной валюты, выраженной через доллары США. Указанный вид котировки принято называть *котировкой в национальных терминах* [10] или же *обратной (косвенной) котировкой* [20,22]. Обратная котировка валюты используется, в основном, в Великобри-

тании, где все валюты приравниваются к фунту стерлингов, а также с 1978 г. применяется в США по ряду валют (марка ФРГ, швейцарский франк, японская йена и др. валюты) [22].

С учетом сказанного выше различия между видами котировок определяются тем, что принимается за *базу котировки*, а что за *валюту котировки*. Поясним сказанное на примерах.

**Прямая котировка** или же курс валюты в американских терминах:

$$\begin{array}{ccccc} \text{USD} & / & \text{CHF} & = & 1.3516 \\ \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\ \text{база} & & \text{валюта} & & \text{курс} \\ \text{котировки} & & \text{котировки} & & \end{array}$$

Указанная выше форма написания котировки означает, сколько котируемой валюты (в нашем случае это количество швейцарских франков) можно получить взамен единицы базовой валюты - одного доллара США.

**Обратная котировка** или же курс валюты в национальных терминах:

$$\begin{array}{ccccc} \text{CHF} & / & \text{USD} & = & 0.7399 \\ \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\ \text{база} & & \text{валюта} & & \text{курс} \\ \text{котировки} & & \text{котировки} & & \end{array}$$

Обратная котировка валюты (в рассматриваемом выше случае – это швейцарские франки) означает эквивалент стоимости единицы национальной валюты (CHF) в долларах США.

Одним из удобств использования обратных котировок является возможность оценки стоимости любых мировых валют через основную мировую валюту – доллары США.



Прямая и обратная котировки связаны между собой в соответствии с формулой:

1

$$\text{Обратная котировка} = \frac{1}{\text{Прямая котировка}}$$

Важно подчеркнуть, что метод котировки (прямой или же обратный) никак не влияет на уровень валютного курса, поскольку котировка валюты – это всего лишь форма представления сложившихся на рынке экономических реалий.

По поводу того, какую котировку валюты, например, USD/DEM (USD/CHF, USD/YEN и др.), надо называть прямой котировкой, или же, наоборот, называть её обратной, существует путаница как в головах мелких спекулянтов рынка FOREX, так и в литературе. Например, в работе [21] котировки вида: USD/DEM, USD/CHF и т. д. называются обратными котировками, а котировка вида GBP/USD – прямой.

В работах [20,22], наоборот, котировки типа USD/DEM, USD/CHF и т. д. называются прямыми, а типа GBP/USD – обратными.

Безусловно, если речь идет о терминологии, то здесь не может быть правых или же не правых, так как терминологические вопросы не являются предметом доказательств или же аксиоматического построения. Однако, учитывая, что работа [22] - «Валютный рынок и валютное регулирование» является учебным пособием, по которому обучаются студенты, мы далее будем придерживаться терминологии в названиях курсов валют именно по этой работе.

С учетом сказанного, котировки, в качестве базы которых используется доллар США, а в качестве валюты котировки – соответствующие национальные валюты, мы будем называть ПРЯМЫМИ котировками или, что одно и то же, котировками валют в американских терминах. Например, котировки приводимых ниже основных мировых валют мы далее называем ПРЯМЫМИ.

- (USD/DEM) 1 USD = DEM (количество марок ФРГ)  
(USD/CHF) 1 USD = CHF (количество швейцарских франков)  
(USD/YEN) 1 USD = YEN (количество японских йен)

Если в качестве базы котировки используется национальная валюта, а в качестве валюты котировки – доллар США, то соответствующую котировку валюты мы будем называть **ОБРАТНОЙ** (косвенной) или, что одно и то же, котировкой валюты в национальных терминах. Примером обратной котировки валюты является общепризнанная котировка английского фунта стерлингов.

(GBP/USD) 1 GBP= USD (количество долларов США)

Особая роль в торговле на FOREX четырёх указанных выше основных мировых валют определяется общим объёмом совершаемых по ним сделок. Так, например [21], более 95% совершаемых на рынке сделок с валютами относятся к доллару США, при этом около 41% против марки ФРГ, 33% против японской йены, 16% против стерлинга, 10% против швейцарского франка.

Примерами котировки валют являются:

(прямая котировка) USD/DEM=1.6214; USD/YEN=106.58  
(обратная котировка) GBP/USD = 1.8564

Последние цифры в написании валютного курса называются процентными **пунктами** (points) или **пипсами** (pips). Для немецкой марки, швейцарского франка, английского фунта – один пункт равен 0.0001, для японской йены – один пункт равен 0.01.

Если, например, котировка немецкой марки составляет величину USD/DEM=1.6214, то это означает, что за один доллар США дают 1.6214 немецкой марки. Если с течением времени котировка марки выросла, например, на 10 пунктов, то есть стала USD/DEM=1.6224, то иногда в экономической литературе[20] говорят, что доллар усилился, а марка подешевела. С нашей точки

зрения, это не совсем корректно. О цене любых валют можно говорить, если их цена устанавливается через некоторый эталон, в качестве которого ранее выступало золото. После полной демонетизации золота в 1978 г. [22], золото перестало быть всеобщим эталоном, через который оценивалась стоимость всех мировых валют. Однако все валюты необходимо было как-то соотносить по стоимости между собой, и тогда таким эталоном, через который оценивалась стоимость всех валют, стал доллар США. В указанной ситуации доллар США, каким был, таким и остаётся, а стоимости всех мировых валют меняются, так как количественное содержание в них долларов США меняется. Количество долларов США, содержащееся в любой национальной валюте, это есть ни что иное, как обратная (косвенная) котировка любой национальной валюты.

В маржинальной торговле валютами на рынке FOREX, долларами США не торгуют. Торговля ведётся только по отношению к основным твёрдым валютам – йенам, маркам, швейцарским франкам и английским фунтам. Именно в отношении их трейдер отдаёт команды по покупке или же продаже соответствующих валют. Отдавая соответствующие приказы, трейдер должен чётко понимать, какие валюты дороже, а какие дешевле, какие валюты увеличивают в течение времени свою стоимость, а какие уменьшают. Понимание этого, наиболее наглядно достигается при использовании обратной котировки всех (без исключения) валют.

## Спрэд

**Спрэдом** называется разница между ценой продажи и ценой покупки валюты. Спрэд обычно устанавливается в процентных пунктах, и он служит основным источником заработка противоположной спекулянту стороны (брокера или маркет-мейкера), с которой спекулянт осуществляет сделки.

Маркет-мейкер заинтересован в том, чтобы продать спекулянту любую национальную валюту «дорого» и осуществить её обратный выкуп «дёшево». С учетом этого спекулянт вынужден всегда

событий на финансовом рынке. Последнее утверждение уже не из области финансов, а из области кибернетики и, в частности, теории оптимального управления динамическими системами[6].

Третья сложность состоит в том, что хотя «законы» извлечения прибыли хорошо всем известны, их знание ещё не позволяет спекулянту решать задачу извлечения потенциально возможной для финансового рынка прибыли. Это связано, прежде всего, с тем, что указанная задача по своей сути является чисто математической и для её решения должны быть предложены соответствующие математические методы, адекватные экономической природе решаемой задачи.

Всё вышесказанное свидетельствует о сложной реальной картине протекания рыночных процессов, неоднозначности и многоальтернативности возможных действий спекулянтов. Поэтому желательно перевести задачу извлечения потенциально возможной прибыли в формальную плоскость и попытаться решать её математическими методами.

Одним из первых шагов математического решения задачи синтеза инвестиционной стратегии, явилось создание в начале 50-х годов «теории оптимального портфеля ценных бумаг», за что её создатель – Г. Марковиц впоследствии получил Нобелевскую премию по экономике. Указанная задача нами рассматривалась ранее (см. раздел 6.5.5), ниже мы лишь кратко напомним её сущность.

Инвестор располагает ретроспективными статистическими данными по доходности (эффективности) ценных бумаг и их рискам. Требуется однократно сформировать такой портфель ценных бумаг, в котором минимизировался бы риск портфеля при заданной его доходности. Решение подобной задачи осуществляется методами нелинейного программирования и состоит в том, что выбирается номенклатура и пропорциональные доли входящих в портфель ценных бумаг.

Оптимальный по Г. Марковицу портфель – это типичный случай реализации однократного программного управления, когда под управлением понимается однократно найденный (расчётным путём) состав оптимального портфеля.

Доступные для спекулянта приказы	→	SELL	BUY
		↓	↓
GBP/USD		1.8568	1.8573

## 2.4. Основные участники рынка FOREX

Основными участниками рынка являются:

Коммерческие банки. Указанные финансовые учреждения, выполняя указания своих клиентов - экспортеров и импортеров, инвестиционных институтов и страховых компаний, а также других юридических и физических лиц, выполняют основной объем сделок на рынке FOREX. Кроме того, банки выполняют операции на рынке FOREX за счёт собственных средств. По своей сути рынок FOREX является межбанковским рынком. Движение курсов валют на рынке FOREX фактически отражает цены реально выполненных межбанковских сделок или же котировки, по которым соответствующие банки готовы выполнить операции купли-продажи тех или иных валют. На международный валютный рынок наибольшее влияние оказывают крупнейшие международные банки такие, как Deutsche Bank, Citibank, Union Bank of Switzerland, Barclays Bank и многие другие банки, объём ежедневных сделок которых превышает миллиарды и десятки миллиардов долларов.

Центральные банки. В их функцию входит проверка устойчивости, поддержка или коррекция курса национальной валюты.

Брокерские компании. Указанные компании играют роль посредников между различными банками, инвестиционными компаниями, фондами, дилинговыми центрами и другими заинтересованными участниками рынка. Роль брокерских фирм состоит в том, что они сводят реальных покупателей и продавцов валюты. Располагая информацией о готовности своих клиентов купить-продать валюту по определённым ценам, брокерские компании являются тем местом, где формируется реальный рыночный курс

валют. За свои услуги они получают определенный процент от суммы заключённой сделки. Определенные удобства работы на валютном рынке через брокерские фирмы заключаются в непрерывности осуществления процесса котировок, в анонимности совершаемых сделок, а также в возможности для участников рынка предлагать собственные котировки валют.

Среди брокерских фирм наиболее известны на международном валютном рынке такие, как Lasser Marshall, Bierbaum, Harlow Butler и другие.

*Корпоративные спекулянты и хеджеры.* Корпоративными спекулянтами валютного рынка являются валютные дилеры - юридические лица, ведущие операции за свой счёт и принимающие на себя все риски совершаемых сделок. В качестве хеджеров могут выступать любые участники рынка в случае заключения ими срочных контрактов на поставку тех или иных валют по фиксированным ценам.

*Частные инвесторы (физические лица).* Их целью является проведение спекулятивных операций с целью извлечения прибыли на колебаниях курсов валют. Частные инвесторы одновременно являются также валютными дилерами – физическими лицами.

Представленная выше классификация участников рынка FOREX приведена в рамках организационной формы участников (банки, компании и т. д.) этого рынка. Однако принципы классификации могут быть различными. Так, если за основу классификации участников рынка принять их степень влияния на формирование обменных курсов валют, то всех участников рынка FOREX можно условно разделить на две большие группы в виде активных и пассивных участников рынка.

*Активные участники рынка.* Целью этой группы участников рынка является реальная покупка-продажа валют. Именно они формируют обменные курсы мировых валют. Их называют также «маркет-мейкерами», так как они «делают» рынок в процессе совершения реальных конверсионных операций на валютном рынке.

Ежедневное количество активных участников рынка («маркет-мейкеров») исчисляется тысячами. Особенностью реальных конверсионных операций на рынке FOREX является то, что минимальный объем конвертируемой валюты (в её долларовом эквиваленте) должен быть не менее 1 млн. долларов США. [20]. Если какому-либо участнику рынка требуется конвертировать меньшую сумму, то сделать это самостоятельно на рынке FOREX он не может и вынужден в этом случае обращаться к маркет-мейкерам. Маркет-мейкеры в указанной ситуации желают сами извлекать прибыль из сделки. Поэтому они выдают для обратившегося к ним клиента собственные котировки валют, менее выгодные, чем те, которые клиент может наблюдать на мониторах той или иной информационной системы. Если предложенные маркет-мейкером котировки устраивают клиента, то он может совершить конверсионную операцию или же отказаться от её проведения.

Пассивные участники рынка. Все участники рынка, которым требуется обмен небольших сумм валюты, а также все мелкие спекулянты, выступают в качестве пассивных участников рынка («маркет-юзеров»). Указанные участники не могут оказывать никакого влияния на формирование обменных курсов валют. Вместе с тем, указанная группа участников рынка является самой многочисленной благодаря тому, что в указанную группу входят кроме мелких банков и компаний, все частные инвесторы. Основными целями пассивных участников рынка могут являться, как проведение реальных конверсионных операций для удовлетворения потребностей в иностранной валюте, так и ведение «финансовых игр». Финансовые игры не преследуют в качестве конечной цели совершение реальных валютно-обменных операций, а их цель состоит лишь в том, чтобы дать участникам игры возможность извлечь прибыль на колебаниях курсов основных мировых валют. Отметим, что кроме прибыли, участники игры могут понести и также и убытки. Так как в результате финансовых игр не происходит реального обмена валют, то все действия, связанные с торговлей валютами, носят фиктивный (виртуальный) характер. Однако

прибыль в результате подобных игр, вполне реальна и выражается в конкретной сумме, которую проигравшая сторона должна уплатить выигравшей стороне.

Ниже более подробно рассматриваются вопросы реальной и виртуальной торговли валютой на рынке FOREX.

## **2.5. Реальная и виртуальная торговля валютой**

Как отмечалось ранее, участники реальной торговли валютой (активные участники рынка) ставят перед собой цель купли-продажи валюты с её реальной поставкой по операции спот через 1-2 дня (поставка валюты в более короткие сроки упирается в чисто технические и организационные трудности).

Участники виртуальной торговли валютой на рынке FOREX (пассивные участники рынка) ставят перед собой только спекулятивные цели по извлечению прибыли без осуществления реальных конверсионных операций. Извлечение прибыли становится возможным за счёт проведения специально организованной финансовой игры – «margin FOREX», по результатам которой часть игроков выигрывает, а часть игроков проигрывает, при этом источником выигрыша спекулянтов становятся деньги проигранные другими спекулянтами. Ниже кратко рассматриваются особенности реальной и виртуальной торговли валютой.

### **2.5.1. Реальные конверсионные операции**

Реальные конверсионные операции совершаются на межбанковском рынке между двумя сторонами, одна из которых готова купить требуемое для неё количество валюты, а другая сторона готова её продать.

Рассмотрим конкретный пример. Пусть банку требуется осуществить платеж в швейцарских франках (CHF) в сумме приблизительно эквивалентной 1 млн. долларов США, и у него в данный момент имеется 1 млн. долларов США. Тогда банк-покупатель запрашивает у конкретного маркет-мейкера (банка) котировку по



швейцарскому франку. Допустим, что котировка маркет-мейкера по франку для суммы в 1 млн. долларов имеет вид:

$$\begin{array}{ccc} & \text{BUY} & \text{SELL} \\ & \downarrow & \downarrow \\ \text{USD/CHF} = & 1.3516 & - 1.3521 \end{array}$$

Заметим, что банки маркет-мейкеры выдают котировки в отношении базы котировки[20], в нашем случае это доллары США. Это означает, что маркет-мейкер готов купить доллары США и продать франки из условия 1.3516 франка за один доллар США. Таким образом, покупателю швейцарского франка предлагается покупать «дорогой» в долларовом эквиваленте франк (см. выше - для покупателя это левая сторона выдаваемой котировки).

Правая сторона выдаваемой банком маркет-мейкером котировки 1.3521 означает, что банк маркет-мейкер готов продать доллары США в обмен на франки из расчета 1 USD=1.3521CHF. Таким образом, банк маркет-мейкер хочет покупать «дешёвые» в долларовом эквиваленте швейцарские франки.

В нашем случае банку-покупателю требуются швейцарские франки, и поэтому для совершения сделки для него ориентиром служит левая сторона котировки 1.3516 CHF=1 USD.

Если банк-покупатель швейцарских франков согласен с ценой их продажи, то осуществляются соответствующие межбанковские расчёты на всю сумму конверсионной сделки. Сами же расчёты между банками контрагентами - участниками сделки могут осуществляться различными способами, например, путем переводов сумм проданной валюты на корсчета друг друга, или же путём перевода суммы конверсионной сделки на корсчета участников сделки в третьем банке и т.д. Важно подчеркнуть, что в реальных конверсионных сделках оплате подлежит вся сумма конвертируемой валюты.

Указанное обстоятельство ограничивает возможности использования реальных конверсионных операций в спекулятивных целях. В практике подобных операций среднерыночный объём сдел-

бумаг в конце октября 1997 г.) имел очень высокий потенциал для извлечения прибыли. Синтезированная оптимальная инвестиционная стратегия позволяла извлекать прибыль на уровне 268 % годовых в долларах США.

Общий комментарий. Как следует относиться к представленным выше результатам и можно ли их экстраполировать для любых будущих отрезков времени или же нет?

Ответ на этот вопрос может быть следующим. То, что эффективность управления портфелем ценных бумаг была на уровне приведённых выше значений, а не иной, определялось только случайной эффективностью ценных бумаг, обращавшихся на рынке именно в тот период времени.

Для любого другого периода времени текущие эффективности ценных бумаг могут быть существенно иными и, следовательно, иными будут получаемые результаты оптимального управления портфелем.

*Главный фактор, который определяет потенциально достижимое значение эффективности управления портфелем ценных бумаг – это собственно рынок. Если курсы всех обращающихся на рынке ценных бумаг будут падать (их эффективности как расчётные величины также будут падать), при этом запрещается проведение операции «продажа без покрытия», то кроме убытков инвестора на подобном рынке ничего не ждёт.*

В указанной ситуации инвестору надо просто уходить с данного рынка на тот рынок, где наблюдается рост котировок обращающихся на нём финансовых инструментов.

***Каждый инвестор должен чётко понимать, что само по себе «оптимальное управление портфелем» – это лишь способ мобилизации скрытых резервов рынка.***

массу обращающихся на рынке денег за счёт привлечения многочисленной армии мелких инвесторов и спекулянтов.

Так как маржинальная торговля на FOREX это игра, то в связи с этим возникает вопрос, к какому классу игр с позиций методов кибернетики[11,12] её можно отнести?

По нашему мнению, маржинальная торговля на FOREX несколько отличается от класса антагонистических игр двух или же множества лиц с нулевой суммой[11]. Скорее подобная торговля напоминает «игру с природой», когда в качестве «природы» выступает обезличенный финансовый рынок, а в качестве второго игрока – спекулянт, пытающийся его переиграть. Если в антагонистических играх, например, двух лиц с нулевой суммой предполагаются разумные действия игроков, то в паре «рынок-спекулянт» трудно предположить, что обезличенный рынок имеет какие-либо злые умыслы против целей конкретного спекулянта. Именно это обстоятельство в укрупненном виде позволяет рассматривать маржинальную торговлю на FOREX как вариант «игры с природой».

Однако на практике всё обстоит несколько сложнее. Это обусловлено, прежде всего, тем, что в пару «природа – спекулянт» вклинивается ещё третье лицо в виде некоторого обобщённого «посредника». Указанный обобщённый посредник (диллинг-центр, маркет-мейкер, брокер) обеспечивает для спекулянта возможность его игры на FOREX за счёт создания для этого необходимой инфраструктуры.

Для того чтобы можно было в качестве модели финансовых спекуляций на рынке FOREX рассматривать модель игры спекулянта с «природой» (обезличенным рынком), у обобщённого посредника не должно быть собственных экономических интересов. Однако, «бизнес есть бизнес», и обобщённый посредник вправе претендовать на часть прибыли, которую зарабатывает спекулянт. Как говорил на эту тему известный политик, занимавший некоторое время пост министра РФ: «...делиться надо...».

В то же время претензии обобщённого посредника на часть прибыли, зарабатываемой спекулянтом, ограничиваются правилами

ми маржинальной торговли в виде ограничения спреда, комиссионных и т. д.

Более подробно кибернетические аспекты спекулятивной деятельности на рынке FOREX мы рассмотрим позднее, а пока ограничимся кратким рассмотрением основных правил маржинальной торговли.

### **2.5.3. Основные правила маржинальной торговли на рынке FOREX**

Указанный вид торговли предусматривает наличие у каждого её участника страхового депозита (маржи) на небольшую сумму, обычно не менее \$2000. Фирмы - организаторы маржинальной торговли (банки, дилинговые центры, брокерские конторы и т. д.) предоставляют возможность для участников торговли оперировать с суммами, значительно превышающими размер размещённого у них страхового депозита (маржи). Страховой депозит обычно разделяется (условно) на две равные части, одна из которых (залоговая маржа) участвует в операциях купли-продажи, а вторая часть (поддерживающая или, что одно и то же – вариационная маржа) служит для подстраховки совершаемых операций. Маржинальная торговля осуществляется с использованием «финансового рычага». Так, например, если размер страхового депозита в сумме \$2000 условно разбит на две части по \$1000, при этом одна его часть в размере \$1000 участвует в операции купли-продажи, то при плече «финансового рычага», например, в 100 единиц, участник торговли может оперировать уже с суммой в \$100.000. Каких-либо жёстких правил, регламентирующих размер плеча предоставляемого «финансового рычага» в операциях купли-продажи на финансовом рынке, не существует. Каждая фирма – организатор маржинальной торговли самостоятельно решает этот вопрос, устанавливая как величину залогового депозита, так и плечо предоставляемого «финансового рычага». Обычно плечо «финансового рычага» колеблется от нескольких десятков (для фьючерсных и товарных рынков [8]) и до 100 (для рынка FOREX) единиц.

При маржинальной торговле каждая операция совершается в два последовательных этапа - *открытия позиции*, а затем *закрытия ранее открытой позиции*. Открытие позиции может начинаться как с покупки валюты, так и с её продажи. Если открытие позиции начинается с *покупки валюты*, то обычно говорят, что открыта *длинная позиция*, а если открытие позиции осуществляется с продажи валюты, то говорят, что открыта *короткая позиция*. Торговая операция завершается закрытием ранее открытой позиции и подсчётом итогов торговой сделки (выигрыша или же проигрыша). Если сделка совершается с прибылью, то указанная прибыль зачисляется на счёт участника торговли, а если с убытком, то имеющийся у участника торговли страховой депозит (точнее его переменная часть – вариационная маржа) уменьшается на величину убытка. Правила расчёта прибылей и убытков от выполнения торговой сделки будут рассмотрены несколько позже.

Правилами маржинальной торговли предусматривается, что выполнение сделок на рынке FOREX осуществляется лотами.

**Лот** – это минимальное количество иностранной валюты, сумма которой при пересчете её в доллары США приблизительно составляет сумму в \$100.000 долларов США. Размеры лотов являются стандартными для всех участников рынка и не меняются на протяжении уже многих лет. Ниже приведены размеры лотов для основных мировых валют.

<b>GBP/USD</b>	62 500	STG
<b>USD/DEM</b>	125 000	DMK
<b>USD/CNF</b>	125 000	SWF
<b>USD/JPY</b>	125 000	YEN

Рассмотрим далее вопрос о том, как связаны между собой размер открытого депозита у участника маржинальной торговли и допустимое количество используемых им лотов.

В качестве примера пусть у участника торговли имеется страховой депозит в размере \$ 2000. Тогда указанный депозит условно разбивается на две равные части, одна из которых в \$1000 при

плече «финансового рычага» в 100 единиц, может быть использована на покупку или продажу одного лота любой валюты, а другая часть (\$1000) служит для страхования торговой операции от возможных потерь. Таким образом, в рассматриваемом случае при депозите в \$ 2000 возможна купля-продажа одного лота. При депозите в \$20 000 возможны торговые операции с десятью лотами и так далее.

При осуществлении операций купли-продажи валют спекулянт не может самостоятельно выбирать курсы валют, по которым он желает совершить соответствующие сделки. Это связано, прежде всего, с тем, что он является лишь пассивным участником рынка FOREX (маркет-юзером). Те котировки курсов валют, которые спекулянт может наблюдать на мониторах той или иной информационной системы, носят для него лишь индикативный характер. Работая через конкретный дилинговый центр, осуществляющий информационную поддержку рынка FOREX, спекулянт должен при совершении им сделок ориентироваться на котировки курсов валют, которые выдаёт ему конкретный маркет-мейкер, с которым работает соответствующий дилинговый центр. Другое дело, что маркет-мейкеры берут на себя обязательства выдавать котировки курсов валют, максимально приближенные к реальным котировкам, которые спекулянт может наблюдать на мониторах информационных систем.

В качестве маркет-мейкеров при маржинальной торговле на рынке FOREX обычно выступают банки и брокерские компании, в которых спекулянт фактически размещает свой страховой депозит, и которые проводят взаиморасчёты между участниками торговли. Однако размещение страхового депозита возможно также и на мультивалютном счёте отечественной или зарубежной компании, которые, фактически, предоставляют услуги по проведению маржинальной торговли на рынке FOREX.

При осуществлении торговли на рынке FOREX трейдер (спекулянт) отслеживает на мониторе информационной системы котировки валют и при достижении ими приемлемых для него значе-

ний, он запрашивает уточнение соответствующих котировок у своего брокера или маркет-мейкера.

Напомним, что при осуществлении операций купли-продажи валюты для спекулянта всегда действует спрэд, а именно – он должен всегда покупать «дорогую» в долларовом эквиваленте валюту и продавать одноимённую валюту по более низкой цене. Необходимые подробности на указанную тему нами рассматривались ранее в разделе 2.3.

Если запрошенные спекулянтом уточнённые котировки его устраивают, то спекулянт отдаёт приказы по телефону или через Интернет (при использовании Internet – trading) о купле-продаже той или иной валюты и количестве используемых в сделке лотов.

Для того, чтобы создать максимально комфортные для участников торговли на FOREX условия, компании, предоставляющие соответствующие услуги, принимают к исполнению кроме рыночных приказов (market order), также и условные приказы (limit order).

Рыночные приказы – это приказы, которые отдаёт спекулянт о купле-продаже той или иной валюты, ориентируясь на сложившиеся рыночные цены в текущий момент времени. Для того, чтобы отдавать соответствующие распоряжения, спекулянт вынужден непрерывно следить за рынком, что в условиях круглосуточной работы рынка FOREX не вполне удобно.

Условные приказы – это приказы, которые отдаёт спекулянт, ориентируясь на котировки валют, которые могут, по мнению спекулянта, сложиться на рынке в некоторый будущий момент времени. Условные приказы могут относиться к типам выполняемых операций по соответствующим валютам BUY или SELL, котировкам «входа» в рынок и «выхода» из него, котировкам, при которых необходимо закрывать убыточные позиции **stop loss** (отрезание потерь).

Для оценки результативности торговли на рынке FOREX можно использовать простейшие формулы. Так, например, для валют в *прямой котировке* (швейцарского франка, немецкой марки, японской йены) прибыли-убытки (в долларах США) можно оценить по формуле:

$$\text{Прибыль (убытки)} = (1/\text{цена продажи} - 1/\text{цена покупки}) \times \text{Размер лота} \times \text{Количество лотов} - \text{Комиссионные} \times \text{Количество лотов} \quad (2.1)$$

Для английского фунта стерлингов используется обратная котировка, при этом размер прибылей (убытков) в долларах США можно оценить по формуле:

$$\text{Прибыль (убытки)} = (\text{цена Продажи} - \text{цена Покупки}) \times \text{Размер лота} \times \text{Количество лотов} - \text{Комиссионные} \times \text{Количество лотов} \quad (2.2)$$

В указанных выше формулах размеры прибылей (убытков) подсчитываются независимо от того, какая операция совершалась ранее – покупка или продажа валюты.

Фирмы, предоставляющие услуги маржинальной торговли на рынке FOREX, могут взимать или не взимать комиссионные при торговле. Указанные выше формулы могут также уточняться и дополняться фирмами-посредниками. Для того чтобы надежды спекулянта на прибыль не оказались всего лишь добросовестными заблуждениями, он всегда должен первоначально уточнить формулы, которые использует фирма-посредник для расчёта его прибылей (убытков).

#### **2.5.4. Экономическая сущность маржинальной торговли**

Здравый смысл и житейский опыт являются вполне достаточными условиями для понимания экономического смысла спекулятивных операций на финансовых и товарных рынках. Рассмотрим далее необходимые подробности на эту тему.



## **«Главный закон» извлечения прибыли.**

«Главный закон» извлечения прибыли прост и всем известен, а именно – для извлечения прибыли надо сначала «дешево» купить какой-либо товар, а потом его «дорого» продать. Разница между продажной и покупной стоимостью товара, как раз и будет составлять доход (прибыль) от торговой операции.

Любая валюта - это товар, который можно выгодно покупать и продавать, при этом каждая валюта имеет свою стоимость, которую можно выразить в долларах США.

Доллар США как ранее, так и сейчас остаётся главной резервной мировой валютой, что позволяет его использовать в качестве «долларового эталона», по сравнению с которым, может быть определена стоимость всех мировых валют. Чтобы сравнивать между собой стоимость любых мировых валют надо использовать только их обратные котировки. Как мы отмечали ранее, при обратных котировках устанавливается стоимость единицы любой мировой валюты в долларах США. Использование подобного подхода делает понятным и прозрачным экономический смысл любых спекулятивных операций на рынке FOREX.

## **Изменения стоимостей национальных валют.**

В силу ряда объективных экономических причин в разных странах их национальные валюты могут «укрепляться», то есть их долларový эквивалент может расти со временем, или же наоборот – цена валюты в долларовом эквиваленте может снижаться. Например, в России после 17 августа 1998 г. резко снизилась цена рубля, если «измерять» её в долларах США, то есть национальная российская валюта обесценилась.

Как можно заработать на финансовых спекуляциях? Ответ на этот вопрос подсказывает житейский опыт и здравый смысл. Уточним это следующими рассуждениями.

## **Первое уточнение «главного закона» извлечения прибыли.**

Для того, чтобы спекулянт смог извлечь прибыль, он должен спрогнозировать тенденции развития валютного рынка и *заранее* вложить доллары США только в те мировые валюты, для которых предполагается максимальный их рост стоимости в долларовом эквиваленте. Предположим, что прогнозы спекулянта сбылись. Тогда полученная спекулянтом прибыль образуется за счет первоначальной покупки «дешёвой» (в долларовом эквиваленте) валюты, её последующего реального «удорожания», а затем продажи «дорогой» (в долларовом эквиваленте) валюты. Прибыль спекулянта определяется как разность цены продажи и цены покупки валюты (в долларах США).

Заметим, что для извлечения прибыли совершенно безразлично, какова абсолютная стоимость первоначально покупаемой валюты, а важно лишь *относительное приращение* её стоимости. По экономическому смыслу приращение относительной стоимости той или иной валюты отражает скорость роста каждого доллара США, инвестированного в конкретную мировую валюту. В этом может состоять первое уточнение рассмотренного выше «главного закона» извлечения прибыли («дешево купить» - «дорого продать»).

Само собой разумеется, что если спекулянт совершает вышеуказанные действия по покупке валют, а его прогнозы по развитию рыночной ситуации не сбываются, то вместо прибылей спекулянт получит одни убытки.

## **Второе уточнение «главного закона» извлечения прибыли.**

Второе уточнение «главного закона» извлечения прибыли может состоять в следующем. Допустим, спекулянт работает с четырьмя основными мировыми валютами (DEM, SWF, JPY, GBP), при этом он предполагает удорожание всех четырех валют (в долларовом эквиваленте) и рынок в последующем подтверждает правильность его прогнозов. Тогда возникает вопрос, в какие валюты целесообразно инвестировать доллары США при условии, что финансовые ресурсы спекулянта ограничены?

Ответ на указанный вопрос также подсказывает здравый смысл, а именно – доллары США целесообразно инвестировать только в одну единственную валюту, для которой прогнозируется *максимальный относительный прирост её стоимости* в долларом эквиваленте. Только в этом случае у спекулянта имеется потенциальная возможность инвестировать свой ограниченный капитал с максимальной отдачей.

### **Третье уточнение «главного закона» извлечения прибыли.**

В силу того, что маржинальная торговля на FOREX – это «финансовая игра», это обстоятельство позволяет всем участникам осуществлять торговлю валютами, которыми они реально не располагают. Поясним сказанное следующим примером.

На депозитном счете финансового спекулянта всегда реально имеются только доллары США, которыми он может оперировать по своему усмотрению с некоторым плечом «финансового рычага». Случай извлечения спекулятивной прибыли, когда прогнозировалось *повышение* стоимости (в долларом эквиваленте) валют, нами был рассмотрен выше.

Стандартными правилами маржинальной торговли на FOREX предусмотрена возможность извлечения прибыли не только при повышении курсов валют, но и при их понижениях (в долларом эквиваленте). Отметим, что указанная возможность не является каким-то новым изобретением рынка FOREX, а заимствована у рынка ценных бумаг, в виде алгоритма «продажи без покрытия»[8]. Рассмотрим указанный случай.

Пусть спекулянт правильно спрогнозировал понижение курса конкретной валюты (в её долларом эквиваленте). Пусть далее события на рынке развиваются в соответствии со спрогнозированным спекулянтом сценарием. Тогда для того, чтобы извлечь прибыль, спекулянт должен сначала «дорого» продать конкретную валюту, а потом её же «дешево» купить (в долларом эквиваленте). Однако у спекулянта имеется счёт только в долларах США, и нет счёта в конкретной валюте, то есть фактически продавать ему нечего. В силу условности выполняемых при маржинальной тор-

говле на FOREX конверсионных операций, правилами торговли предусматривается возможность для спекулянта продажи того, чего у него нет – других валют. В указанном случае считается, что посредник как бы «даёт в долг» спекулянту интересующую его валюту, которую спекулянт сначала продает, а потом её же выкупает обратно, возвращая затем посреднику.

Главное условие для извлечения прибыли в указанной ситуации только одно – цена продажи конкретной валюты должна быть выше цены её обратной покупки (в долларовом эквиваленте).

С учетом сказанного, прибыль на FOREX можно делать как при повышении курсов валют, так и при их понижении.

Указанное выше обстоятельство, в части возможности двустороннего извлечения прибыли, позволяет увеличивать скорость обращения капитала и, следовательно, увеличивает скорость обогащения (или разорения) спекулянта.

### **Роль плеча «финансового рычага» в маржинальной торговле**

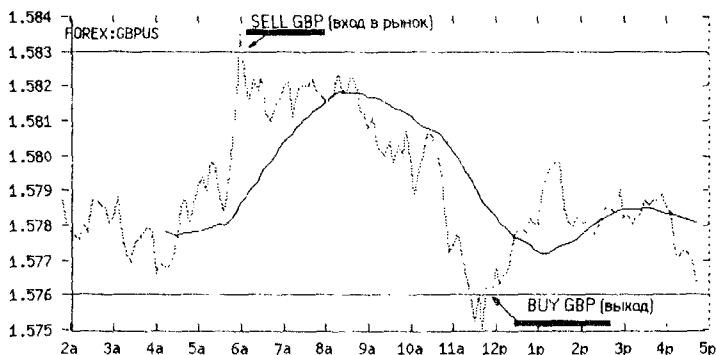
Плечо «финансового рычага» позволяет усиливать эффект колебания курсов валют на конечный результат спекулятивной деятельности в виде прибылей или убытков. Сказанное поясним следующим примером.

На рисунке 2.1 (см. ниже) представлен типичный график внутрисдневных колебаний курса английского фунта стерлингов.

Пусть у спекулянта имеется общая сумма депозита в \$2000. Как мы отмечали ранее, указанная сумма условно разбивается на две равные части по \$1000, при этом одна часть в \$1000 может участвовать в операциях купли – продажи валюты, а вторая часть в \$1000 является страховкой фирмы, предоставляющей услуги торговли на FOREX, от возможных проигрышей спекулянта.

Пусть далее фирма – организатор маржинальной торговли предоставляет спекулянту плечо «финансового рычага» в 100 единиц.

Это означает, что спекулянт, с учетом предоставленного ему плеча рычага, может купить (или продать) один стандартный лот любой валюты.



**Рис. 2.1.** Линейный график внутрисуточного курса английского фунта стерлингов

Как отмечалось выше, стоимость любого лота приблизительно равна \$100 000. При рассмотрении рисунка 2.1. видно, что если спекулянт «войдет» в рынок путём продажи одного лота фунта стерлингов по курсу 1.583, а затем осуществит обратный выкуп указанного лота по курсу 1.576, то его прибыль, с учётом формулы (2.2) будет:

**Прибыль (\$USD)=(цена Продажи – цена Покупки) x  
x Размер лота**

Указанная выше формула справедлива для обратной котировки валюты, которая используется применительно к английскому фунту стерлингов.

В численных значениях будем иметь:

$$\text{Profit} \rightarrow \$ 473.5 = (1.5830 - 1.5760) \times 62500 \text{ GBP}$$

Если соотнести полученную спекулянтом прибыль с размером первично имевшихся у него реальных денег (\$2000), то эффективность указанной спекулятивной операции (в процентах) будет:

$$\text{Эффективность торговли} = \frac{473.5 \times 100}{2000} \approx 22 \%$$

Скажем прямо, что если бы такая удачливость систематически сопутствовала спекулянту на протяжении достаточно продолжительных отрезков времени, то финансовые спекулянты были бы самыми богатыми людьми в мире. В ряде случаев это соответствует действительности, где наиболее ярким тому примером является финансовый успех Джорджа Сороса.

Однако расчёт только на удачу в финансовых спекуляциях вряд ли оправдан. Чтобы устойчиво на протяжении достаточно продолжительных отрезков времени извлекать прибыль, надо уметь прогнозировать будущее развитие рыночных тенденций. Прогнозы могут строиться как на интуиции спекулянта (талант «от Бога», даруемый избранным), так и на знании экономических или статистических законов функционирования рынка. В сущности, не важно, какие знания использовались спекулянтом для построения прогнозов рынка, главное, чтобы эти прогнозы сбывались. Совершенно очевидно, что нельзя всё время правильно угадывать будущее развитие рыночных тенденций. Если в статистическом смысле число правильных прогнозов превышает число ошибочных, то это уже тенденция, используя которую можно устойчиво «делать деньги».

### **2.5.5. Маржинальная торговля и теория игр.**

#### **Кто выигрывает, и кто проигрывает на рынке FOREX**

Спекулянт, вступающий в борьбу за прибыль, имеет перед собой лишь одну цель -- «выиграть у рынка». В связи с этим, для каждого инвестора (спекулянта) важно знать, с кем он играет, откуда берутся деньги в случае его выигрыша и кому они достаются в случае его проигрыша. Подчеркнем, что указанный анализ не преследует цель подсчёта денег в «чужих карманах», а имеет лишь одну цель - выявить экономические интересы участников

маржинальной торговли. Это позволит каждому из участников осмысленно вырабатывать стратегию действий, направленную на достижение намеченных целей.

Соответствующий анализ мы попытаемся провести с позиций теории игр[11]. Различные виды игр можно классифицировать, основываясь на том или ином принципе: по числу игроков или же числу стратегий, по свойствам платёжной функции или по характеру предварительных переговоров между игроками до игры.

В зависимости от числа игроков различают игры с двумя, тремя и более игроками. Вырожденным случаем игры является игра одного игрока, когда результат игры зависит только от решений, принимаемых этим игроком. При наличии двух игроков могут возникать как конфликтные ситуации, так и необходимость в координированных действиях игроков (кооперация). Когда число игроков не меньше трёх, могут создаваться коалиции – группы из двух и более игроков, имеющих одну общую цель и координирующих свои стратегии.

В зависимости от числа возможных стратегий в игре, они делятся на конечные игры и бесконечные. В конечных играх число возможных стратегий игроков ограничено. Это относится, в частности, к «салонным играм», когда число возможных стратегий хотя и может достигать астрономически больших величин, но всё равно остаётся ограниченным. В бесконечных играх число возможных стратегий игроков не ограничено. Примером бесконечных игр являются так называемые дифференциальные игры или же игры о выборе каждым игроком некоторой траектории движения.

Возможна также классификация игр в зависимости от типа используемой платёжной функции. Одним из важных типов платёжной функции является платёжная функция в игре с нулевой суммой. В случае игры двух лиц с данным типом платёжной функции выигрыш одной стороны в точности равен проигрышу другой стороны. Указанные игры называются также антагонистическими, так как интересы каждой из сторон, участвующих в игре, находятся в антагонистическом противоречии. Альтернативой игры двух лиц с нулевой суммой являются игры двух участников с постоянной раз-

ностью, в которых игроки проигрывают и выигрывают одновременно, так что им выгодно действовать сообща. В игре двух лиц с ненулевой суммой могут одновременно присутствовать и конфликты, и согласованные действия сторон.

В зависимости от характера предварительной договорённости между игроками, различают кооперативные и некооперативные игры. Игра называется кооперативной, если ещё до начала игры стороны договариваются о согласованных действиях между собой и об образовании соответствующих коалиций. Игра, в которой стороны не могут координировать свои действия подобным образом, называется некооперативной.

Таким образом, современная теория игр [11,12] даёт исследователю очень богатый арсенал концептуальных и математических подходов, которым он может воспользоваться при построении моделей финансовых игр на рынке FOREX.

Чем должен руководствоваться исследователь, при построении соответствующих моделей и какие он может преследовать при этом цели? Попробуем далее ответить на этот вопрос.

Итогом построения любых концептуальных и математических моделей может быть два исхода – это возможность «рассуждать» в рамках принятой модели и возможность «вычислять» с её помощью стратегию игрока.

Безусловно, маржинальная торговля на FOREX – это сложное переплетение экономических интересов множества участвующих в указанной игре сторон. Все участники игры (спекулянты и посредники) хотят получать прибыль, однако ясно и другое – делить между ними можно только те деньги, которые внесли спекулянты в виде своих депозитов. Ясно, что эти деньги невозможно перераспределить между игроками и посредниками, чтобы «все остались довольны». Поэтому, в указанной игре налицо предмет конфликта – ограниченные деньги, которые в процессе игры надо перераспределить между всеми участниками. Кроме того, до начала, а также в процессе игры возможно образование коалиций и сговоров между различными участниками.



Правила маржинальной торговли валютой выступают в роли некоторой «системы ограничений», которая даёт однозначный ответ на главный вопрос – как делить деньги между игроками. В указанных правилах чётко оговаривается, в каких случаях участник игры выигрывает, а в каких проигрывает, как рассчитывается выигрыш и т. д.

Если попытаться «разложить по полочкам» сложное переплетение экономических интересов участников маржинальной торговли, то сложность полученной при этом модели игры, с нашей точки зрения, будет являться главным препятствием на пути получения аналитического решения задачи. Так как нашей целью является не «рассуждения», а «вычисления», то далее мы будем пытаться строить относительно простые модели финансовых игр, которые, с одной стороны, отражают сущность экономических интересов участников игры, а с другой стороны – позволяют непосредственно «вычислять» стратегию действий конкретного спекулянта.

В случае маржинальной торговли на FOREX налицо два участника игры – «спекулянт» и «рынок». Если применительно к спекулянту не возникает двусмысленности в понимании, кто он и каковы его цели, то кто же тогда второй игрок – «рынок», и каковы интересы этого игрока?

Ответ на данный вопрос важен с двух точек зрения. С одной стороны, если опираться на методы теории игр[11] для выработки стратегии спекуляций, то необходимо с чисто формальной точки зрения выбрать класс игр (см. выше), который наиболее адекватно описывает систему «спекулянт – рынок». При рассмотрении системы «спекулянт – рынок» необходимо также разобраться, насколько антагонистичны намерения сторон, можно ли рассматривать маржинальную торговлю на FOREX как антагонистическую игру двух лиц с нулевой суммой и так далее.

Ниже рассмотрим несколько модельных примеров.

### **2.5.5.1. Идеализированная модель спекулятивной деятельности в виде «игры с природой»**

Пусть «спекулянт» - это физическое или юридическое лицо, выполняющее маржинальную торговлю на рынке FOREX с целью извлечения прибыли. Рассмотрим далее обезличенную картину «рынка» в виде некоторой информационной среды, отображаемой, например, на мониторах информационных систем типа Dow Jones Telerate, Reuters, Bloomberg и т. д. в виде котировок обращающихся на рынке валют. Спекулянт на основе анализа указанной информации может осуществить некоторую идеализированную (виртуальную) игру с «рынком» на бумаге. Так как игра с «рынком» осуществляется «на бумаге», то естественно, все выигрыши и проигрыши спекулянта будут фиктивными. Сама же игра «на бумаге» может осуществляться по всем стандартным правилам маржинальной торговли, экономическая сущность которых рассматривалась выше.

Совершенно очевидно, что при рассмотрении рынка FOREX как некоторой информационной среды, в которой лишь преломляются объективные экономические законы функционирования рынка, сам рынок абсолютно безразличен к конкретному спекулянту. Это означает, что «рынок» нельзя заподозрить в злых умыслах против целей конкретного человека. Поэтому, спекулятивную деятельность на идеализированном рынке, с нашей точки зрения, вполне можно классифицировать как «игру» спекулянта с «природой». Отметим, что игры с «природой» являются вырожденным случаем антагонистической игры двух лиц, когда одна сторона (спекулянт) имеет возможность строить осмысленные стратегии поведения, а вторая сторона «природа» лишена такой возможности.

Если провести классификацию игр с «природой» с точки зрения конечных результатов, то указанные игры можно отнести к классу игр с нулевой суммой. Это означает, что выигрыш спекулянта равен проигрышу «природы» и наоборот.

Для того, чтобы реальная спекулятивная деятельность на рынке FOREX была наиболее эффективной, всевозможные проявления «природы» («рынка»), безусловно, надо изучать любыми доступными методами - экономическими, статистическими и другими. Цель изучения рынка применительно к финансовым спекуляциям лишь одна - это получение достоверных прогнозов «будущего» состояния рынка и использование этих знаний для выработки спекулятивных стратегий.

### **2.5.5.2. Обобщенная модель финансовых спекуляций, как игра спекулянта с «природой»**

Для того, что бы вести реальную игру на рынке FOREX и получать при этом реальные выигрыши или же проигрыши, необходимо выполнить еще два условия.

Первое условие состоит в том, что спекулянт должен в качестве залоговой и поддерживающей маржи внести реальные деньги.

Второе условие состоит в том, что на рынке обязательно должен присутствовать некоторый «обобщённый посредник» (посредники). Главная задача «посредника», помимо выполнения чисто технических функций по созданию инфраструктуры рынка, обеспечивающей возможность проведения маржинальной торговли, состоит в том, чтобы взять на себя все риски по выплате спекулянту вознаграждения, в случае его успешной игры с «рынком».

Функцией посредника также является выполнение клиринговых расчётов между участниками торговли. В части взаиморасчетов, посредник, фактически, выполняет функцию клиринговой палаты биржи. При проведении клиринговых расчётов осуществляется фактическое перераспределение денег от проигравших спекулянтов в пользу их более удачливых собратьев.

Условия маржинальной торговли на FOREX имеют ряд особенностей, которые накладывают ограничения на возможную «конструкцию игры». Данными особенностями, по нашему мнению, являются:

- спекулянт всегда является активным игроком, активно выбирающим стратегию игры (покупать или продавать ту или иную валюту), при этом в своих действиях спекулянт, прежде всего, ориентируется на развитие рыночных тенденций. Посредник всегда является пассивным игроком, если, конечно, его можно так назвать. Влияние посредника на итог игры, по нашему мнению, можно отнести к разряду «финансового трения», всегда ухудшающего результаты игры спекулянта;
- влияние спекулянта на конечный итог игры является определяющим, так как оно обусловлено максимально возможным разбросом котировок валют, которое спекулянт может угадать и, соответственно, «выиграть» у «рынка» или же не угадать и, соответственно, получить «проигрыш»;
- влияние «посредника» на конечный итог игры существенно меньше чем у спекулянта. Это влияние ограничено допустимыми спредами при купле-продаже валют, взятыми посредником обязательствами по выдаче для спекулянта «рыночных котировок» валют и т. д. (случай возможного мошенничества здесь не рассматриваются).

Известно[11], что решением антагонистической игры двух лиц является нахождение стратегий поведения каждой из участвующих в игре сторон. Однако в практическом аспекте нас будут интересовать только действия «спекулянта», как активного участника игры. Действия «посредника» в конструкции игры, по нашему мнению, можно не рассматривать в силу пассивности его роли.

Указанную упрощенную концептуальную модель финансовых спекуляций можно представить в следующем виде.

Пусть спекулянт осуществляет игру с «природой» (рынком), поведение которого подчиняется некоторым экономическим и статистическими закономерностям. Цель спекулянта состоит в том, чтобы, осуществляя операции купли-продажи валюты на некотором отрезке времени, извлечь потенциально возможную для рассматриваемого отрезка времени прибыль.

В качестве «природы» рассматривается собственно рынок, который в информационном аспекте представлен котировками валют, отражаемых на мониторах той или иной информационной системы типа Reuters, Dow Jones Telerate и других.

Задача спекулянта будет состоять в том, чтобы предугадать развитие рыночных тенденций и заранее купить (продать) валюты, на которые прогнозируется максимально возможный рост (падение) их курсов.

Достижению целей спекулянта в указанной модели будет противостоять только один фактор - «природа», которая функционирует во времени и пространстве по некоторым статистическим законам и которая абсолютно индифферентна к целям и намерениям конкретного спекулянта. То обстоятельство, что спекулянт не может получить желаемую для себя прибыль на FOREX или же несёт убытки, обуславливается в рамках рассматриваемой нами модели не каким-то злым умыслом «природы», а всего лишь незнанием спекулянтом статистических законов её функционирования. Если не известны статистические законы функционирования рынка, то невозможно получать достоверные прогнозы движения курсов валют и, соответственно, заранее включать наиболее перспективные валюты в спекулятивный портфель.

Поэтому, с нашей точки зрения, главный путь максимизации прибыли спекулянта может состоять из последовательности шагов:

- 1) изучения законов функционирования «природы» (рынка);
- 2) последующего оптимального прогнозирования рыночной ситуации;
- 3) принятия оптимальных решений по результатам прогнозирования.

Именно на этом базируется методология кибернетики [1,2,5,6,14] при её использовании для оптимального управления любыми системами. В нашем случае речь пойдёт об оптимальном управлении прибылью спекулянта.

Более подробно указанная выше модель финансовых спекуляций на математическом и концептуальном уровне рассматривается в разделе 7 книги.

## РАЗДЕЛ 3. Спекулятивная деятельность на срочном рынке

---

В третьем разделе настоящей книги читатель сможет ознакомиться со структурой рынка срочных контрактов (производных финансовых инструментов).

Приводятся характеристики форвардного, опционного и фьючерсного рынков. Рассматриваются обращающиеся на соответствующих рынках финансовые инструменты, организация торговли, алгоритмы хеджирования и алгоритмы извлечения спекулятивной прибыли. Задача извлечения прибыли на срочном рынке рассматривается при «динамическом» рассмотрении процессов принятия инвестиционных решений.

Раскрывается экономический смысл общего для срочного рынка алгоритма извлечения максимально возможной прибыли.

### 3.1. Общая характеристика срочного рынка

Рассмотренный выше рынок FOREX, с точки зрения времени исполнения заключённых сделок, является спотовым рынком или, что одно и то же, рынком кассовых операций.

Параллельно со спотовым рынком в мировой финансовой системе существует также обширный рынок срочных контрактов (рынок производных финансовых инструментов) [8,23,24].

Вопросы функционирования указанного рынка можно рассматривать с различной степенью детализации. В настоящей книге указанные вопросы рассматриваются лишь с минимально необходимой степенью подробностей, которая позволит заинтересованному читателю творчески воспринимать излагаемую в последующих разделах книги современную теорию спекулятивных операций.

На срочном рынке обращаются срочные контракты.

Срочный контракт - это соглашение между двумя сторонами о поставке в будущем на согласованных условиях тех или иных фи-

нансовых инструментов (товаров, ценных бумаг, иностранных валют и т. д.).

С точки зрения обязательности поставки актива, лежащего в основе контракта, срочные сделки могут быть «твёрдыми» или условными. «Твёрдые» сделки обязательны для исполнения. В условных сделках фиксируется лишь право (но не обязанность) одной стороны исполнить сделку или же отказаться от её исполнения.

С точки зрения условий, в которых заключаются срочные контракты, они могут быть биржевыми или внебиржевыми.

На срочном рынке присутствуют три группы участников - спекулянты, хеджеры и арбитражёры.

Цель спекулянтов состоит в извлечении прибыли за счет «игры» на колебаниях курсов обращающихся на рынке финансовых инструментов. Наряду с прибылью они могут получать также и убытки, так как они принимают на себя все риски колебания цен на рынке.

Цель хеджеров состоит в страховании результатов своей финансовой деятельности на спотовом рынке за счёт заключения дополнительных контрактов на срочном рынке.

Целью арбитражёров, также как и спекулянтов, является извлечение прибыли. Однако свою прибыль арбитражёры извлекают без какого-либо риска за счёт иногда возникающего временного дисбаланса цен на одни и те же активы или на различных (в географическом смысле) рынках, или же на одних и тех же рынках при дисбалансе цен во времени. Естественно прибыль арбитражёров существенно меньше, чем у спекулянтов. Это связано с тем, что на рынке господствует принцип «рыночной справедливости», в соответствии с которым «больше риск - больше прибыль» и, соответственно, наоборот «меньше риск - меньше прибыль».

На срочном рынке обращаются три группы контрактов - форвардные, опционные и фьючерсные. Указанные группы образуют соответствующие рынки производных финансовых инструментов, которые мы кратко рассмотрим ниже с позиций их спекулятивного потенциала.

### 3.2. Форвардный рынок

На данном рынке обращаются форвардные контракты. Форвардный контракт - это заключаемое между двумя сторонами соглашение о поставке на определенную дату в будущем актива, лежащего в основе контракта. Форвардные контракты заключают вне биржи. Указанные контракты, как правило, преследуют цель реальной поставки соответствующего актива. При заключении контракта договаривающиеся стороны согласовывают между собой как объём контракта, так и условия поставки базового актива. Форвардные контракты по своему содержанию являются нестандартными. С учётом того, что форвардный рынок является внебиржевым с одной стороны, а с другой стороны - обращающиеся на нём контракты являются нестандартными, трудно найти третье лицо, которого бы в точности устраивали условия конкретного форвардного контракта. Поэтому вторичный рынок форвардных контрактов практически отсутствует, что определяет низкую ликвидность форвардного рынка.

При заключении форвардного контракта стороны открывают свои позиции в противоположных направлениях, а именно, одна сторона обязуется продать актив на определенную дату (открывает «короткую» позицию), а другая сторона - обязуется его купить (занимает «длинную» позицию по сделке). В результате складывающейся на рынке ситуации спотовые цены на актив к моменту завершения контракта могут упасть или же подняться относительно форвардной цены, зафиксированной при заключении сделки. С учетом этого в результате сделки одна сторона обязательно выиграет, а другая сторона ровно столько же проиграет.

Сторона, которая открывает «длинную» позицию по сделке, рассчитывает на то, что к моменту поставки актива, его спотовая цена превысит ранее зафиксированную в контракте форвардную цену. Сторона, которая открывает «короткую» позицию по сделке, рассчитывает на то, что спотовая цена актива будет меньше форвардной цены, и она получит в результате этого прибыль. Естественно, что кто-то из двух участников сделки в конечном итоге



окажется неправым и понесёт убытки. Поэтому успех деятельности участников форвардного рынка напрямую зависит от того, насколько они могут достоверно прогнозировать спотовые цены в будущем для соответствующих активов.

При заключении форвардных контрактов стороны не несут каких-либо расходов, так как внесение залоговой маржи при заключении форвардных сделок не предусмотрено. Отсутствие залоговой маржи является одновременно и благом и недостатком. О благе мы говорили выше (отсутствие расходов при заключении контракта), а недостатком является то, что сторона сделки, которая проиграла, теоретически может отказаться от выполнения своих обязательств, при этом выигравшая сторона не получит компенсаций, так как отсутствует залоговая маржа. По этой причине форвардные контракты заключаются между участниками, хорошо знающими деловую репутацию друг друга. На практике форвардный рынок является преимущественно межбанковским.

Форвардные контракты позволяют достигать двух основных целей - хеджирования рисков изменения рыночных цен и извлечения спекулятивной прибыли. Однако, малая ликвидность форвардного рынка, отсутствие регулярных котировок обращающихся на нём контрактов, а также гарантий их исполнения делают указанный рынок, с нашей точки зрения, малопривлекательным для спекулятивной деятельности.

### **3.3. Опционный рынок**

#### **3.3.1. Общая характеристика опционного рынка**

Опцион - это контракт, заключаемый между двумя лицами, в соответствии с которым одно лицо предоставляет другому лицу право купить определенный актив по определенной цене в определенный период времени или же предоставляет право продать актив по фиксированной цене в определенный период времени.

Опционные контракты - это производные ценные бумаги, в основе которых могут лежать самые разнообразные активы (акции, рыночные индексы, облигации, валюта, фьючерсные контракты, товары).

Опционный контракт позволяет его участникам решать две основные задачи, а именно: извлекать прибыль за счёт изменения курсов активов, лежащих в основе контракта и осуществлять хеджирование сделок на спотовом рынке за счёт ограничения убытков по ним.

Сторона контракта, которая приобретает право выбора, называется покупателем опциона, а другая сторона, которая предоставляет это право (выписывает опцион), называется продавцом опциона. Говорят также, что сторона сделки, которая покупает опцион, открывает «длинную» позицию по сделке. Сторона, которая продаёт опцион (выписывает опцион), занимает «короткую» позицию. За предоставляемое право выбора покупатель опциона должен уплатить продавцу опциона вознаграждение (премию). Данное вознаграждение определяет стоимость опциона или, что одно и то же, стоимость исполнения контрактного обязательства. Продавец опциона, получив соответствующее вознаграждение, обязан исполнить свои контрактные обязательства, если покупатель (держатель опциона) этого потребует.

Опционные контракты, с точки зрения совершаемых по ним сделкам, бывают двух типов: опцион на покупку (опцион **call**) и опцион на продажу (опцион **put**). Понятия короткий **call** или **put** - означают продажу соответствующих опционов, а длинный **call** или **put** - их покупку.

С точки зрения времени исполнения обязательств опционы бывают двух типов - американские и европейские. В опционах американского типа покупатель может потребовать от продавца его исполнения (поставки актива, лежащего в основе опциона) в любой момент времени от начала заключения контракта и до момента времени его истечения. В опционах европейского типа исполнение опциона возможно только на момент окончания опционного контракта.

С точки зрения организации торговли опционными контрактами соответствующий рынок может быть биржевым и внебиржевым. Наиболее интересным и перспективным для заключения опционных контрактов является биржевой рынок. При биржевой торговле опционными контрактами биржа выполняет ряд важных функций, а именно:

- обеспечивает стандартизацию опционных контрактов в части лежащих в их основе активов;
- выступает гарантом исполнения сделок;
- обеспечивает ликвидность опционного рынка за счет возможности для любой стороны сделки в любой момент времени закрыть свои позиции путем совершения противоположной (оффсетной) сделки;
- пресекает любые возможные махинации на рынке;
- исполняет и другие функции (экспертиза документов для совершения сделок, учет сделок, клиринговые расчеты и т.д.).

Такое важное качество биржевого опционного рынка, как его ликвидность, достигается за счёт использования на бирже института дилеров, которые «делают рынок», то есть выступают в качестве покупателя и продавца, называя свои котировки. Границу спреда (разности между курсами продажи и покупки опционов) устанавливает сама биржа в зависимости от цены (т. е. размера премии) опционов.

Важную роль в ликвидности опционного рынка играет также стандартный характер опционных контрактов. Применительно к фондовому рынку США, один опционный контракт обычно составляет 100 акций и заключается на стандартный период времени. Например[8], когда биржа открывает торговлю по новому контракту, до даты его истечения остается период времени порядка девяти месяцев. В дальнейшем, при изменении курса акций, лежащих в основе контракта, могут открываться новые контракты. Однако все они будут иметь одну и ту же дату истечения, относительно которой был открыт первый контракт. При заключении таких контрактов, например, Чикагская биржа опционов (СВОЕ) требует,

чтобы до даты истечения контрактов оставалось не менее 60 дней. В настоящее время в США опционные контракты заключаются для более 500 типов акций [8], а также на фондовые индексы (S&P500, S&P100 и др.).

Опционный контракт может предусматривать или не предусматривать поставку актива, лежащего в его основе. В последнем случае опцион называется расчётным, и по нему предусматриваются только денежные взаиморасчеты между участниками сделки. К расчётным опционам относятся опционы на биржевые (фондовые) индексы, опционы на фьючерсные контракты, иностранную валюту, товары, недвижимость и т. д.

В США [8] биржевая торговля опционами на ценные бумаги и индексы осуществляется как на специализированных биржах, например, на Чикагской бирже опционов (СВОЕ), так и на Американской, Тихоокеанской, Филадельфийской и Нью-Йоркской фондовых биржах.

При биржевой опционной торговле гарантия исполнения сделок обеспечивается за счёт того, что лицо, занимающее короткую позицию по сделке (продающее опцион), должно предварительно внести залоговую маржу в размере, устанавливаемом биржей. Второй участник сделки, занимающий длинную позицию (покупатель опциона), освобождается от такой необходимости и перечисляет продавцу опциона только премию. Все расчёты между участниками сделки осуществляются относительно момента времени заключения контракта и проводятся через клиринговую палату. Клиринговая палата после заключения контракта обезличивает сделку, становясь покупателем для продавца и продавцом для покупателя контракта. Отметим далее некоторые характерные черты, присущие любому опциону, как финансовому инструменту.

Любой биржевой опцион (**put** или **call**) характеризуют три цены:

- 1) текущая спотовая цена актива, лежащего в основе опциона (S);
- 2) цена исполнения опционного контракта (X);

3) премия, уплаченная покупателем за опцион (цена опциона) (P).

Для выявления экономической сущности указанных цен и их влияния на инвестиционные качества опциона как финансового инструмента для извлечения прибыли рассмотрим для конкретности опционы **call** и **put** для фондового рынка, например, для акций.

Текущая спотовая цена актива, лежащего в основе опционов **put** и **call**, отражает рыночную оценку инвестиционных возможностей конкретного актива. По существующим на сегодня представлениям [8,9] котировки акций являются случайными величинами, а при их рассмотрении в функции времени они образуют случайную последовательность (дискретный случайный процесс). Биржевые котировки акций не зависят от воли какого-либо одного конкретного человека, и они отражают объективные экономические реалии.

Цену исполнения опционного контракта устанавливает биржа в зависимости от текущих котировок актива, лежащего в основе опциона. Цена исполнения опциона фиксируется в момент заключения контракта между двумя сторонами сделки (покупателем и продавцом), остается постоянной для них и не меняется на протяжении всего времени существования контракта.

Премия, уплачиваемая покупателем продавцу опциона, выражает текущую рыночную цену опциона как финансового инструмента на момент заключения контракта. В целях обеспечения ликвидности вторичного опционного рынка цены всех опционов регулярно котируются на бирже, обеспечивая тем самым возможность их купли-продажи для всех заинтересованных инвесторов.

Разность цены спот актива и цены исполнения контракта называется внутренней стоимостью опциона. Внутренняя стоимость опциона, для любого момента времени будет вносить вклад в формирование выигрыша или проигрыша участников опционного контракта в случае его немедленного исполнения.

Для любого опциона в зависимости от спотовой цены актива, цены исполнения опциона и уплаченной премии, все опционы можно разделить на три группы:

- 1) опционы с выигрышем;
- 2) опционы без выигрыша;
- 3) опционы с проигрышем.

Опцион с выигрышем – это опцион, который в случае его немедленного исполнения принесёт инвестору прибыль.

Опцион без выигрыша – это опцион, который при немедленном его исполнении выразится в нулевом притоке денежных средств.

Опцион с проигрышем – это опцион, который при немедленном его исполнении приводит держателя опциона к финансовым потерям.

Например, для покупателя опционов **call** и **put** (покупатель открывает «длинную» позицию по **call** и **put**), имеют место следующие соотношения в части достигаемых финансовых результатов:

Табл. 3.1

Тип открытой позиции	Длинная позиция	
	call	put
Опцион с «выигрышем»	$P_r = (S - X) - P > 0$	$P_r = (X - S) - P > 0$
Опцион «без выигрыша»	$P_r = (S - X) - P = 0$	$P_r = (X - S) - P = 0$
Опцион с «проигрышем»	$P_r = (S - X) - P < 0$	$P_r = (X - S) - P < 0$

где  $P_r$  – выигрыш (прибыль) держателя опциона;

$S$  - спотовая цена актива;

$P$  - премия (цена) опциона;

$X$  - цена исполнения опционного контракта.

Важно подчеркнуть, что в опционной торговле вне зависимости от типов опционов **put** или **call** и используемых стратегий торговли (открытие «коротких» или «длинных» позиций по соответствующим опционам), всегда между двумя сторонами сделки выполняется правило [8]:

**выигрыш покупателя = проигрыш продавца;**  
**выигрыш продавца = проигрыш покупателя.**

Другими словами, торговля опционами **put** и **call** – это вариант финансовой игры двух лиц с нулевой суммой, где выигрыш одной стороны возникает за счёт проигрыша другой стороны сделки.

Рассмотрим далее кратко вопросы о цене опционов и возможных опционных стратегиях извлечения прибыли.

### 3.3.2. Цена опционов

Цена любого опциона (**put** или **call**) - это премия, которую покупатель уплачивает продавцу опциона в момент заключения опционного контракта. Так как биржевой опционный рынок обеспечивает ликвидность обращающихся на нём контрактов, то указанная цена (премия опциона) регулярно котируется, обеспечивая тем самым возможность купли-продажи опционов в любой момент времени. Цена опциона выражается в долларах США и имеет следующую структуру:

**Цена опциона = Внутренняя стоимость + Временная  
Стоимость (премия) (3.1)**

где внутренняя стоимость опционов **put** и **call** определяется соотношениями, представленными в таблице 3.2.

Табл. 3.2

Тип опциона	Внутренняя стоимость:
<b>call</b>	$\text{MAX}\{0 \text{ при } S \leq X; (S-X) \text{ при } S > X\}$
<b>put</b>	$\text{MAX}\{0 \text{ при } X \leq S; (X-S), \text{ при } X > S\}$

где: S - спотовая цена актива;  
X - цена исполнения опциона

Временная стоимость опционов всегда больше или равна нулю, т.е.:

$$\text{Временная стоимость} \geq 0 \quad (3.2)$$

До момента истечения опционного контракта временная стоимость, как правило, положительна, и по абсолютной величине она может превышать внутреннюю стоимость опциона. По мере приближения срока завершения опционного контракта временная стоимость опциона уменьшается и становится равной нулю в момент его завершения.

### 3.3.3. Спекулятивные опционные стратегии, или как программировать прибыль при опционной торговле

В современной литературе по рынку ценных бумаг [8,23,24] при рассмотрении результативности опционной торговли обычно используется «статическая» схема рассуждений. Сущность этой схемы состоит в том, что для конкретных возможных действий с опционами (**put** и **call**) для покупателя и продавца, а также возможных комбинаций опционов в сочетании с лежащими в их основе активами, рассматриваются возможные действия (купля-продажа) и результаты, к которым они приводят при том или ином развитии рыночной ситуации. Всё многообразие возможных действий с опционами обычно называют опционными стратегиями. Изучение подобных стратегий и результатов, к которым они приводят при том или ином развитии рыночной ситуации, требует от



читателей достаточно большого труда и терпения. Безусловно, любые трудности могут быть преодолены заинтересованным в прибыли спекулянтом (инвестором), если бы заранее знать, что потраченные им усилия не окажутся всего лишь очередной «гимнастикой ума», лишь только косвенно связанной с размером возможного кошелка инвестора в будущем. По мнению автора, описываемые в литературе [8,9,23,24] классические опционные стратегии не дают ответа на главный вопрос, который интересует каждого инвестора (спекулянта) – как надо ему действовать в каждый конкретный момент времени в условиях изменяющейся рыночной ситуации, чтобы максимизировать свою прибыль. Причина такого положения, по мнению автора, кроется именно в «статической» схеме рассуждений, о которой говорилось выше. Напомним, что в рамках указанной схемы рассуждений используется «обратный отсчёт» времени, а именно сначала рассматривается конечное развитие рыночной ситуации, а уже потом результаты, к которым приводит использование той или иной опционной стратегии.

*Если бы инвестор заранее знал, как сложится рыночная ситуация, то из всего разнообразия возможных опционных стратегий он выбрал бы именно ту единственную, которая принесла бы ему наибольшую прибыль в данной конкретной ситуации.*

Однако, к сожалению, заранее это сделать невозможно, потому что все решения по выбору опционной стратегии должны приниматься инвестором ещё до того момента времени, когда рынок придёт к терминальному (конечному) состоянию, при котором подводятся итоги инвестиционной деятельности.

Более того, с момента начала инвестиционной деятельности инвестора и до момента подведения итогов на биржевом опционном рынке обычно присутствует множество контрактов как с различными активами, лежащими в их основе, так и различных по датам исполнения опционов. Поэтому, у инвестора существует ещё одна степень свободы, состоящая в возможности динамического пере-

вложения своих денежных средств между различными опционными контрактами и их возможными сочетаниями.

Описанные выше недостатки используемого в литературе [8,9,23,24] «статического» подхода к выбору возможных опционных стратегий вынуждают искать новые подходы к принятию инвестиционных решений в условиях неопределённости при опционной торговле. Попытка «динамического» рассмотрения опционных стратегий в виде некоторого чередования операций купли-продажи финансовых инструментов, приводится ниже.

Уточним далее цель инвестиционной (спекулятивной) деятельности на опционном рынке в виде максимизации прибыли инвестора на вложенные средства в условиях ограничения риска инвестиций. Заметим, что при решении данного вопроса тезис о том, что «сколько людей – столько и мнений», здесь перестаёт действовать, так как в указанной ситуации существует только единственный алгоритм действий инвестора, который вытекает из методологии кибернетики для любой стохастической динамической системы. Подробности этого алгоритма (стратегии инвестиций) мы будем рассматривать позже в разделе 7 книги, здесь же мы ограничимся рассмотрением экономического смысла возможных динамических алгоритмов (стратегий) для извлечения прибыли.

Отметим ещё раз, что приводимые ниже рассуждения в части алгоритмов динамического инвестирования на опционном рынке отражают точку зрения автора, который является приверженцем «кибернетического взгляда» на финансовый рынок и протекающие на нём экономические процессы.

### *Динамические опционные стратегии извлечения прибыли*

При рассмотрении динамических алгоритмов финансовых спекуляций будем полагать, что торговля опционными контрактами (**put** и **call**), ведётся в условиях биржи. Это означает, что всем участникам торговли доступны котировки контрактов (цены покупки и продажи), рынок абсолютно ликвиден, что означает возмож-

ность для любого инвестора в любой момент времени купить или продать опционный контракт. Как отмечалось выше, на опционном рынке присутствуют два типа инвесторов – покупатели и продавцы опционных контрактов, которые депонируют при заключении контракта свои средства на бирже в оговоренных правилами торговли размерах.

Далее мы будем рассматривать только спекулятивную деятельность, целью которой является максимизация прибыли инвестора на вложенные средства при условии ограничения риска инвестиций при неблагоприятном развитии рыночной ситуации. Остаётся открытым вопрос – как надо действовать инвестору, чтобы достигнуть этой цели.

Ответ на вопрос, с нашей точки зрения, подсказывает здравый экономический смысл. Напомним, что в атрибутах любого опциона (для примера рассматривается опцион на акции) имеется следующая информация:

- 1) Компания, акции которой могут быть куплены (опцион **call**) или проданы (опцион **put**);
- 2) Число приобретаемых (продаваемых) акций;
- 3) Цена приобретения (продажи) акций, называемая **ценой исполнения**;
- 4) Дата, когда право купить (продать) утрачивается, именуемая **датой истечения**.

На бирже предметом непрерывных котировок является только одна цена по каждому конкретному опциону, называемая **ценой опциона** или же **премией** за опцион. Эта цена учитывает экономическую (рыночную) ценность опциона, как инструмента для извлечения прибыли. По этой цене (с небольшим спрэдом) дилеры и маркет-мейкеры на бирже готовы выкупить опционный контракт у их первичных владельцев, поддерживая тем самым ликвидность рынка и непрерывность торгов на нём. Текущая **цена опциона** на бирже также является информационным атрибутом конкретного опциона.

На основании изложенного выше зададимся вопросом – какая информация по атрибутам опциона существенна для спекулянта, а какая не имеет для него решающего значения. Ответ на указанный вопрос с позиций кибернетического подхода к алгоритму извлечения максимально возможной (потенциальной) прибыли только один – для спекулянта важны только текущие котировки рыночных **цен опционов** (премий). Все остальные информационные атрибуты опционов малосущественны, и их ценность определяется лишь степенью их опосредствованного влияния на текущие и будущие котировки на бирже цен (премий) опционов.

При анализе динамических инвестиционных стратегий, рассмотрим сначала простейший случай, когда спекулянт хочет извлечь «просто прибыль», не претендуя на максимизацию её значения.

*Прежде чем говорить о прибыли, уточним, что мы всегда рассматриваем спекулятивную прибыль, которую участники сделки принципиально могут извлекать на колебаниях курсовой стоимости (цены) опционного контракта во времени.*

Напомним, что при заключении опционного контракта присутствуют два участника сделки – покупатель опциона (неважно какого - **put** или **call**) и продавец опциона. Зададимся теперь вопросом - кто из них может извлекать спекулятивную прибыль, а кто нет. Ответ очевиден – спекулятивную прибыль может извлекать только **покупатель** опционного контракта. Продавец опциона, выписав его, надеется только на то, что именно он угадал ход развития рыночной ситуации и та или иная часть премии за опцион после даты его истечения останется именно у него. Таким образом, продавец опционного контракта – это всегда **пассивная сторона** сделки, а покупатель контракта – **активная сторона** сделки.

Рассмотрим далее алгоритмы действий **покупателя опциона**, при которых он может извлекать спекулятивную прибыль на колебаниях курсовой стоимости опционного контракта.

### Первый алгоритм (в случае роста цены опционного контракта)

Если спекулянт (инвестор) предполагает рост котировок цены конкретного опционного контракта, то для извлечения прибыли ему необходимо действовать в соответствии со следующим алгоритмом:

1) стать покупателем опционного контракта, то есть купить его ещё до момента времени роста его котировок (открыть «длинную» позицию по опционному контракту);

2) после того, как котировки возрастут совершить офсетную сделку, т. е. продать ранее купленный контракт (открыть «короткую» позицию по опциону).

Прибыль (доход) инвестора в результате реализации указанного алгоритма определится как разность цен продажи и покупки опционного контракта. Исходя из этого, становится совершенно очевидным, почему именно цена опциона (премия) является главным информационным атрибутом, определяющим возможную спекулятивную прибыль по опционному контракту.

Если прогнозы инвестора сбываются с точностью до «наоборот» (фактически происходит падение котировок), а инвестор уже начал действовать в соответствии с указанным выше алгоритмом, то вместо прибыли, он получит убытки.

### Второй алгоритм (в случае падения цены опционного контракта)

Если спекулянт (покупатель опциона) предполагает падение котировок цены конкретного опционного контракта, и, по условиям биржевой торговли операция «продажа без покрытия» [8] недопустима, то извлечение прибыли для него становится невозможным. В указанной ситуации спекулянт (покупатель опциона) должен просто продать имеющийся у него контракт, то есть он должен осуществить перевложение своих денежных ресурсов в другой опционный контракт, для которого прогнозируется рост курсовой

стоимости. Цель этого действия – заставить «работать» свои деньги на прибыль для каждого текущего момента времени, не допуская перерывов в их «работе». Если спекулянт этого не сделает, то его деньги на какое-то время окажутся «замороженными» в неперспективном с точки зрения возможностей для извлечения прибыли опционном контракте.

Если прогнозы спекулянта сбываются с точностью «до наоборот» (котировки цены опциона фактически возрастают), а инвестор продает на бирже имеющийся у него опционный контракт, то он лишится прибыли, которую бы мог получить.

Для спотового рынка ценных бумаг хорошо известен алгоритм извлечения прибыли при падении котировок ценных бумаг, называемый алгоритмом «продажа без покрытия» [8] или же «короткая» продажа[9]. Однако в известных автору первоисточниках [8,9,23,24] отсутствуют упоминания о том, что применительно к биржевой опционной торговле подобные операции допустимы. Если же по условиям биржевой торговли на каких-то биржах подобные операции допустимы, то становится возможным извлечение прибыли на колебаниях курсов при падении котировок опционных контрактов в соответствии с алгоритмом «продажа без покрытия». Других алгоритмов извлечения прибыли при падении котировок любых отдельно взятых финансовых инструментов, как известно[8,9] просто не существует.

### Третий алгоритм – алгоритм оптимального динамического инвестирования

Если инвестор (спекулянт) ставит перед собой цель извлечения максимально возможной для опционного рынка прибыли, то алгоритм его действий может состоять в следующем (мы пока ограничимся рассмотрением лишь краткой экономической сущности алгоритма).

При решении вопроса, в какой опционный контракт инвестору стоит первоначально вкладывать свои деньги, инвестор должен предварительно изучить ближнюю ретроспективу рынка. Цель это-

го действия состоит в выявлении наиболее перспективного опциона, с точки зрения обеспечиваемых приращений стоимости в цене опциона. Таким образом, спекулянт может формировать наиболее благоприятные начальные условия для последующего старта алгоритма.

Осуществив первоначальные инвестиции в опцион, имеющий в ближней ретроспективе максимальные приращения цены, инвестор считает, что эта тенденция сохранится, по крайней мере, и в ближайшей перспективе. Далее инвестор должен отслеживать текущие приращения цен опционов (премий) из множества обращающихся на рынке опционных контрактов и осуществлять динамическое перевложение своих денежных ресурсов с любого текущего опционного контракта на тот контракт, который, по прогнозам инвестора, должен давать максимально возможное приращение цены опциона. Говоря о приращениях стоимости (цены) опционных контрактов, далее везде подразумевается относительное приращение их стоимости. Другими словами, всегда речь идёт об эффективности опционов. Естественно ожидать, что в рамках указанной динамической стратегии перевложения денежных ресурсов будут суммироваться все абсолютные приращения стоимости задействованных в стратегии финансовых инструментов. Если инвестор всегда стремился инвестировать свои деньги только в опционы с максимально возможным приращением их стоимости, то, очевидно, что по завершении инвестиционного процесса он должен получить максимально возможное суммарное приращение первоначально вложенных им средств. Здесь полагается, что инвестор достаточно разумен и образован и осуществляемые им прогнозы цен опционов в статистическом смысле сбываются. Что касается ограничения риска инвестиций, то при выполнении указанного выше алгоритма инвестор должен рассматривать только инструменты, риск инвестиций в которые удовлетворяет принятым ограничениям.

Указанный выше алгоритм инвестирования является несколько идеализированным так как он не учитывает в явном виде «финансовое трение», связанное с затратами инвестора при ротации опционных контрактов. Однако этот вопрос не является принципиаль-

ным при рассмотрении экономического смысла алгоритма. Влияние и учёт «финансового трения» на принятие инвестиционных решений более подробно будет рассмотрен в разделе 7 книги.

Заметим, что в рассмотренном нами алгоритме извлечения прибыли для нас совершенно безразлично содержание финансовых инструментов в части активов, лежащих в их основе. Применительно к опционам, важны лишь регулярные котировки на бирже текущих цен (премий) опционов в виде цен «куплю-продам» для соответствующих опционных контрактов.

К сожалению, с точки зрения законов математической статистики невозможно достоверно спрогнозировать развитие ситуации на финансовом рынке с большим упреждением. Поэтому отдалённое «будущее» достаточно туманно и заранее однократно построить опционную стратегию, которая принесёт инвестору максимально возможную прибыль, просто невозможно.

При динамическом рассмотрении инвестиционного процесса инвестор не ориентируется на отдалённое «будущее» (он его просто не знает), а принимает решения в каждый текущий момент времени в зависимости от сложившейся рыночной ситуации. Другими словами, инвестор при принятии им инвестиционных решений использует «обратную связь» по рынку и опирается на математические методы в части возможностей прогнозирования «будущих» курсов финансовых инструментов. Свои действия инвестор осуществляет в некоторой подвижной системе координат, связанной с моментами времени принятия им инвестиционных решений. При принятии инвестиционных решений инвестор может опираться только на «прошлое» и «настоящее» финансового рынка, а также на краткосрочные статистические прогнозы «будущего» состояния рынка. Глубина прогнозов «будущего» состояния финансового рынка определяется периодом затухания статистических взаимосвязей обращающихся на рынке финансовых инструментов. Если целью инвестора является только прибыль, то для него возникает главная задача, как надо действовать в каждый текущий момент времени, чтобы максимизировать приращение стоимости первично вложенных им средств за определённый период



времени. С точки зрения кибернетики [2,6,14], подобная задача имеет вполне однозначный алгоритм решения, действуя в соответствии с которым, инвестор однозначно программирует свою прибыль на максимально возможное (потенциальное) значение. Более подробно указанный алгоритм оптимального динамического инвестирования будет рассмотрен ниже в разделе 7 книги.

### 3.4. Фьючерсный рынок

#### 3.4.1. Общая характеристика фьючерсного рынка

Фьючерсный рынок исторически зародился в США в 1848 г. в связи с созданием Чикагской торговой палаты (СВТ), на которой продавались и покупались торговые фьючерсные контракты.

По данным за 1994 г. [23] объем капитала, обращавшегося на западном срочном рынке, превысил 12 триллионов долларов США, что составило более 50% всех долевых и долговых ценных бумаг, при этом на долю фьючерсного рынка приходилось более 65% всего объема торговли на срочном рынке. Например, к 1991 г. объем торговли фьючерсными контрактами на ряд государственных облигаций превысил объем их спотовой торговли в несколько раз. Например, для государственных облигаций Франции и Германии общее превышение составило, соответственно, 440% и 250% [23]. Указанные факты свидетельствуют о важном месте фьючерсного рынка в мировой финансовой системе.

Фьючерсом (фьючерсным контрактом) называется контракт, заключаемый на бирже между двумя лицами, в соответствии с которым одна сторона контракта обязуется продать актив, лежащий в основе контракта, а другая сторона обязуется его купить по согласованной цене, при этом поставка актива должна быть выполнена в согласованный период времени в будущем.

Хотя во фьючерсном контракте оговаривается цена покупки, сам актив до даты его фактической поставки не оплачивается.

Фьючерсные контракты (сделки) являются «твёрдыми». Это означает, что их исполнение, в отличие от опционных сделок, обязательно. Поэтому от покупателя и продавца в соответствии с прави-

лами фьючерсной торговли требуется в момент заключения контракта внести денежные средства на страховой депозит. Указанные средства являются своеобразной страховкой для участников сделки на тот случай, если вдруг одна из сторон откажется от выполнения своих обязательств. Размер страхового депозита определяется биржей, и он пересматривается ежедневно в зависимости от складывающейся рыночной конъюнктуры. На бирже по каждому обращающемуся на ней фьючерсному контракту осуществляются их котировки в виде цен покупки и продажи контрактов. Если по результатам текущих котировок фьючерсного контракта окажется, что страховой депозит одной из сторон сделки будет избыточным, то она может потребовать возврата избыточных средств. Напротив, для другой стороны сделки может оказаться, что размер её страхового депозита окажется недостаточным, чтобы скомпенсировать неблагоприятное развитие рыночной ситуации. Тогда биржа потребует пополнения недостающих средств.

В качестве активов, лежащих в основе фьючерсных контрактов, могут быть всевозможные биржевые товары (нефть, бензин, зерно, сахар и др.), ценные бумаги, фондовые индексы, валюта и другие активы.

Фьючерсные контракты относятся к классу производных ценных бумаг, и через сферу обращения этих ценных бумаг формируется фьючерсный рынок. Хотя во фьючерсном контракте фиксируются обязательства реальной купли-продажи активов в будущем, на практике около 98% контрактов аннулируются до сроков поставки активов[8,23].

С фьючерсами имеют дело два типа участников – спекулянты и хеджеры.

Спекулянты покупают и продают фьючерсы только с целью извлечения прибыли. Свою прибыль спекулянты извлекают за счёт ведения «игры» на колебаниях курсов фьючерсных контрактов. Спекулянтов не интересует конкретное содержание активов, лежащих в основе контрактов, так как указанные активы они не производят и не используют.

Хеджеры, в отличие от спекулянтов, занимаются страхованием своей основной предпринимательской деятельности от неблагоприятного развития рыночной ситуации. Для хеджеров активы, лежащие в основе фьючерсных контрактов, являются тем товаром, который они реально производят или же которым они реально владеют.

Внешне операции хеджирования мало отличаются от спекулятивной игры, хотя некоторые отличия всё же имеются. Профессиональные спекулянты, в зависимости от складывающейся рыночной ситуации, не будут мириться с возрастающими для них потерями, и они обязательно закроют свои временно убыточные позиции с помощью офсетной сделки. Для спекулянтов выгоднее перевложить свои средства в более перспективные для них инструменты, чем ждать перемену ситуации во временно убыточной для них фьючерсной сделке. Объяснением подобной тактики является понимание спекулянтами того факта, что для того чтобы максимизировать прибыль, их деньги в каждый текущий момент времени должны «работать» с максимально возможной отдачей.

Хеджеры, наоборот, будут терпеть временные для них убытки и, при необходимости, будут вносить в качестве страховой маржи дополнительные средства, помня о том, что конечная цена исполнения контракта их устраивает и защищает их бизнес от неблагоприятного развития рыночной ситуации.

В дальнейшем, предметом нашего рассмотрения будет только спекулятивная деятельность, а сам фьючерсный рынок будет рассматриваться с точки зрения перспективности извлечения с его помощью прибыли. Рассмотрим предварительно организацию торговли на фьючерсном рынке.

### **3.4.2. Организация фьючерсной торговли**

Фьючерсные контракты заключаются только на бирже. Практически половина всей мировой торговли производными финансовыми инструментами, в том числе фьючерсами, сосредоточена на трёх биржах – Чикагской товарной бирже (СМЕ), Чикагской тор-

говой палате (CBT) и Лондонской международной бирже финансовых фьючерсов (LIFFE). Около 75% всей мировой торговли на срочном рынке приходится на шесть бирж[23,24] – три из них перечислены выше, плюс еще три биржи – Чикагская биржа опционов (CBOE), биржа финансовых фьючерсных контрактов в Париже (MATIF) и немецкая срочная биржа (DBT).

Во фьючерсной торговле используется общепринятая терминология в части обозначения позиций сторон. Сторона контракта, которая обязуется купить актив лежащий в его основе, занимает «длинную» позицию по сделке, а сторона, которая обязуется продать соответствующий актив, занимает «короткую» позицию по сделке.

Биржевой характер фьючерсной торговли обеспечивает высокую ликвидность рынка в силу выполнения условий:

- 1) стандартного характера фьючерсных контрактов;
- 2) наличия развитого вторичного рынка и, соответственно, возможности для инвестора в любой момент времени купить или продать фьючерсный контракт;
- 3) регулярности проведения торгов и развитой информационной инфраструктуре фьючерсного рынка.

Заключение контракта не требует от инвестора каких-либо существенных расходов (незначительные комиссионные расходы мы не рассматриваем). Однако стандартными правилами фьючерсной торговли предусматривается внесение участниками фьючерсного контракта залоговой (начальной) маржи. Размер начальной маржи, например, при торговле товарными фьючерсами на зерно, составляет от 5 до 15% от общей стоимости контракта. В пересчете на доллары США, это приблизительно составляет сумму от \$1000 до \$3000[8]. Однако размер начальной маржи может также задаваться в виде фиксированного значения, определяемого биржей, и может быть не привязанным к общей стоимости контракта.

Начальная маржа является гарантией исполнения для участников сделки своих обязательств и перечисляется на счёт брокера. В обязанности брокера входит сведение вместе покупателя и продавца для заключения фьючерсной сделки и последующее исполнение

их приказов. Свести вместе покупателя и продавца означает, что тот и другой соглашаются с ценой исполнения фьючерсного контракта и одновременно (при заключении контракта) открывают противоположные позиции по сделке относительно согласованной цены.

Брокер получает деньги от покупателя и продавца и депонирует их на своём расчётном счёте. Одновременно брокер имеет свой счёт в расчётной палате биржи. После того, как фьючерсный контракт заключён, расчётная палата обезличивает сделку, становясь продавцом для покупателя и покупателем для продавца. Так как покупатель и продавец при заключении сделок действуют независимо от других покупателей и продавцов, то это приводит к тому, что цена исполнения контрактов по одному и тому же активу непрерывно меняется. Именно это изменение цены исполнения контракта во времени (изменение фьючерсной цены) в конечном итоге приводит к выигрышам или же проигрышам двух конкретных участников сделки.

Текущие выигрыши (проигрыши) двух участников сделки в упрощённом виде можно рассматривать, как разность между текущей фьючерсной ценой контракта и той фьючерсной ценой, по которой оба участника заключили сделку в прошлом.

Для того чтобы не требовать от участников фьючерсной сделки частого пополнения их расчётного счёта у брокера в случае проигрышей, обе стороны сделки наряду с начальной маржой, вносят также и поддерживающую (вариационную) маржу. Поддерживающая маржа во фьючерсной торговле обычно составляет сумму в 50-65% от уровня начальной маржи[8]. Роль поддерживающей маржи состоит в том, чтобы за её счёт восстанавливать исходное значение первоначальной маржи у проигрывающей стороны. Подобные расчёты состояния текущего счёта участников сделки проводятся ежедневно и называются *клирингом*.

Важно подчеркнуть, что с точки зрения конечных финансовых результатов сделки, сколько выигрывает одна сторона, например покупатель, ровно столько же проигрывает ей другая сторона сделки – продавец и, соответственно, наоборот.

Для биржи в качестве критерия для установления размера начальной маржи по фьючерсным контрактам выступают дневные колебаний цен для подобных фьючерсных контрактов. Чтобы не допустить чрезмерного колебания цен, биржа устанавливает по каждому виду контрактов лимит отклонения цен текущего дня от котировочных цен предыдущего дня. Ограничение ценовых колебаний играет большую роль с точки зрения снижения риска возможных потерь и предотвращения банкротств.

Как отмечалось выше, высокая ликвидность фьючерсного рынка обуславливается, в том числе, стандартным характером заключаемых сделок. Применительно к товарному фьючерсному рынку США[8], в основе контракта лежит обязательство поставки для зерна - 5000 бушелей, для бензина - 92000 галлонов, сахара - 112000 фунтов и т.д. Соответствующие биржевые товары должны поставляться с оговоренным качеством, сроками поставки и ценой.

Применительно к денежному рынку при торговле валютными фьючерсами по японской йене на Чикагской товарной бирже[8], в основе контракта лежат обязательства сторон купли-продажи 12.500.000 иен по заранее согласованной цене в долларах США в определенный момент времени в будущем. По другим валютам размеры покупаемых и продаваемых лотов также стандартны и рассматривались нами ранее в разделе 2 применительно к рынку FOREX.

Отметим, что размеры и стандартизация контрактов осуществляются той биржей, на которой осуществляется фьючерсная торговля. Однако все биржи придерживаются более или менее одинаковых условий торговли.

Хотя исторически первым появился товарный фьючерсный рынок, и именно он используется для хеджирования рисков производителями товаров, его позиции в мире на сегодня существенно потеснены. Это связано с возникновением в конце 70-х годов рынка финансовых фьючерсных контрактов, объем сделок по которым, на сегодня, существенно превосходит объем торговли товарными фьючерсами[8].

Ниже кратко рассмотрим разновидности и особенности финансовых фьючерсных контрактов.

### **3.4.3 Финансовые фьючерсные контракты**

На западном финансовом рынке существует три разновидности финансовых фьючерсных контрактов[8,23]:

- 1) на ценные бумаги с фиксированным доходом (краткосрочные и долгосрочные процентные фьючерсы);
- 2) фондовые индексы;
- 3) иностранную валюту.

Торговля фьючерсными контрактами на валюту началась с 1972 г., на процентные активы с 1975 г., а на фондовые индексы с 1982 г. [8].

Финансовые фьючерсы отличаются от товарных фьючерсов несколькими признаками. Одно из отличий состоит в том, что финансовые фьючерсы не являются поставляемыми в традиционном смысле (например, как товар, хранящийся на определенном складе).

Другое отличие состоит в том, что большинство финансовых фьючерсов имеют определенную дату исполнения (исключение составляют некоторые фьючерсные сделки по активам с фиксированным доходом)[8].

Финансовые фьючерсные контракты условно можно разделить также на две большие группы:

- 1) контракты, в которых предусматривается возможность поставки базового актива;
- 2) чисто расчетные контракты, в которых базовый актив не поставляется.

К первой группе контрактов относятся фьючерсные контракты на валюту и на процентные инструменты, а ко второй группе относятся фьючерсные контракты на фондовые индексы. Рассмотрим кратко указанные выше группы контрактов.

Валютные фьючерсные контракты заключаются на бирже, например, на Международной валютной бирже (ИММ), являющейся подразделением Чикагской товарной биржи (СМЕ).

Стандартными условиями фьючерсного контракта на СМЕ предусматривается [8], например, поставка 125.000 немецких марок покупателю на определенную дату за оговоренную ранее сумму долларов США. Только цена сделки (выраженная как в долларах США за немецкую марку, так и в немецких марках за доллар США) является результатом договора между двумя участвующими сторонами. Все остальные условия стандартны. Процедура клиринга позволяет закрывать позиции любому участнику сделки с помощью обратной (офсетной) сделки, в результате чего только небольшое число фьючерсных контрактов завершается реальной поставкой валюты.

Фьючерсные контракты на ценные бумаги с фиксированным доходом часто называют процентными фьючерсами, поскольку их цены значительно зависят от текущих и прогнозируемых процентных ставок. Цели операций с процентными фьючерсами – это спекуляции на движении процентных ставок и страхование от риска, связанного с изменением этих ставок.

Рассмотрим далее несколько подробнее фьючерсные контракты на рыночные (фондовые) индексы. Рыночные индексы в интегрированном виде характеризуют текущее состояние фондового рынка в целом или же по отраслям промышленности. Процессы, протекающие на фондовом рынке, отражаются в текущих котировках обращающихся на нём ценных бумаг. Рыночные фондовые индексы – это некоторые числа, рассчитываемые по определенным алгоритмам, учитывающим как текущие котировки ценных бумаг, так и их пропорциональные доли на фондовом рынке.

Наиболее популярным фьючерсным контрактом по величине торгового оборота и числу открытых позиций является контракт на



индекс Standart & Poors (S&P 500). Индекс S&P 500 – это взвешенный по рыночной стоимости индекс 500 корпораций, представляющих около 80% рыночной стоимости всех акций, котируемых на Нью-Йоркской фондовой бирже. В частности, объём дневных позиций в долларах США, открытых только по этому индексу, в ряде случаев [8] почти в два раза превышает дневной оборот сделок по реальным акциям на Нью-Йоркской фондовой бирже. Фьючерсный контракт на S&P 500, а также контракт на индекс Nikkei 225 (основной японский фондовый индекс) продаются в подразделениях рынка индексов и опционов Чикагской товарной биржи. Фьючерсный контракт на индекс NYSEI (New York Stock Exchange Index) продаётся на Нью-Йоркской фьючерсной бирже. Индекс NYSEI - это взвешенный по рыночной стоимости показатель движения курсов всех акций, зарегистрированных на Нью-Йоркской фондовой бирже.

При проведении клиринговых расчетов по указанным выше фьючерсным контрактам значение индекса S&P 500 умножается на \$500, а для индекса Nikkei 225 - на \$5. Например, пусть значение индекса S&P 500 равно 300, и пусть инвестор покупает контракт. Тогда стоимость контракта будет равна \$150.000 ( $300 \times 500$ ). Если с течением времени значение индекса станет 320, то стоимость контракта будет \$160.000 ( $320 \times 500$ ), и выигрыш инвестора при продаже контракта составит \$10.000 ( $160.000 - 150.000$ ).

В чем секрет популярности фьючерсов на рыночные индексы и, в частности, на S&P 500?

Ответ, наверное, состоит в том, что индексные фьючерсы обеспечивают относительно дешёвые и высоколиквидные позиции для инвесторов, которые похожи на широко диверсифицированные фондовые портфели. Взаиморасчёт в денежной форме по индексным фьючерсам между двумя участниками сделки даёт тот же самый результат [8], как и реальные операции купли-продажи всех ценных бумаг, входящих в индекс. Однако использование индексных фьючерсов имеет ряд преимуществ по сравнению с проведением операций с акциями, так как позволяет избежать усилий и транзакционных издержек по:

- 1) приобретению ценных бумаг лицами с «короткой» фьючерсной позицией;
- 2) поставкам этих бумаг лицам с «длинной» фьючерсной позицией;
- 3) последующей продаже бумаг лицами, которые их получили.

### **3.4.4. Фьючерсные стратегии**

Как отмечалось выше, фьючерсные контракты позволяют инвесторам решать две основные задачи - осуществлять хеджирование (страхование) своих позиций на товарном и финансовом рынках и заниматься спекулятивной деятельностью с целью извлечения прибыли. В рамках решения указанных выше задач могут быть построены различные стратегии, которые кратко рассматриваются ниже.

#### **3.4.4.1. Фьючерсные стратегии для хеджирования**

Фьючерсы широко используются для хеджирования ценовых рисков. Известны [10] следующие виды ценовых рисков: 1) риск изменения цены товара; 2) ценовой риск для акций; 3) процентный риск; 4) валютный риск.

Общий алгоритм хеджирования состоит в занятии инвестором позиции на фьючерсном рынке, противоположной той позиции, которую он занимает на спотовом рынке. При одновременном закрытии своих позиций на фьючерсном и спотовом рынках путём совершения офсетных сделок любые потери по фьючерсному контракту компенсируются доходами на спотовом рынке, и наоборот, потери на спотовом рынке будут почти полностью компенсированы доходами по фьючерсному контракту. Данная закономерность по взаимной компенсации прибылей и убытков объясняется тем, что спотовые и фьючерсные цены движутся в одном направлении, т. е. с ростом спотовых цен растут и фьючерсные цены и, соответ-

ственно, наоборот. В качестве примера поясним указанный алгоритм применительно к товарным фьючерсам.

Пусть производитель (или владелец) товара намеревается продать его на спотовом рынке, например, через три месяца. В данном случае считается, что у производителя (владельца) товара на момент начала отсчёта времени открыта «длинная» позиция по товару на спотовом рынке. «Длинная» позиция по товару означает, что на текущую стоимость товара оказывает влияние спотовый рынок. Риском производителя (продавца) в рассматриваемом примере будет возможное уменьшение цены товара на спотовом рынке через три месяца. Чтобы застраховать себя от этого, производителю требуется заключить фьючерсный контракт с обязательством продать товар через три месяца по фиксированной цене (устраивающей производителя) и тут же продать фьючерсный контракт через биржу (занять «короткую» позицию по фьючерсному контракту). Пусть далее проходят три месяца, и производителю требуется реально продать товар на спотовом рынке (занять «короткую» позицию по товару). Через три месяца на спотовом рынке возможны три ситуации: 1) спотовая цена товара возрастёт относительно его начальной цены; 2) спотовая цена товара уменьшится; 3) никаких изменений не произойдёт.

Если возрастёт спотовая цена товара, то одновременно возникнет убыток по фьючерсному контракту приблизительно равный изменению спотовой цены. Если упадёт спотовая цена товара через три месяца, то возникнет доход по фьючерсному контракту. Таким образом, по завершении всей торговой операции владелец товара будет застрахован от уменьшения цены товара на спотовом рынке. «Платой» за подобную страховку будет выступать лишение возможности для владельца товара использовать благоприятную для себя ситуацию, если цены на товар на спотовом рынке через три месяца повысятся. Если никаких катаклизмов на спотовом рынке не происходит, а владелец товара использует указанный выше алгоритм хеджирования, то он понесёт убытки, связанные с заключением и обращением фьючерсного контракта (транзакционные издержки).

Аналогичные рассуждения по использованию рассмотренного выше алгоритма хеджирования можно также продолжить применительно к изменению цен на акции, процентному риску и т.д. Однако предметом углубленного рассмотрения настоящей книги является лишь спекулятивная деятельность, примеры рассмотрения которой применительно к фьючерсному рынку приводятся ниже.

### **3.4.4.2. Фьючерсные спекулятивные стратегии**

Все спекулятивные фьючерсные стратегии можно условно разделить на две группы:

- 1) Стратегии, использующие в качестве инструмента извлечения прибыли только фьючерсные контракты;
- 2) Стратегии, предполагающие совместное проведение операций, как на спотовом, так и на фьючерсном рынке.

Ниже кратко рассмотрим эти группы стратегий.

#### **3.4.4.2.1. Извлечение прибыли с использованием только фьючерсных контрактов**

Прежде чем говорить о прибыли, уточним, что далее речь идет о спекулятивной прибыли, которую участники сделки принципиально могут извлечь на *колебаниях курсовой стоимости (цены) фьючерсного контракта во времени вплоть до даты его исполнения*.

Как отмечалось ранее, заключение фьючерсного контракта осуществляется между двумя участниками сделки – покупателем и продавцом контракта. Кто же из них принципиально может извлекать спекулятивную прибыль на колебаниях курса фьючерсного контракта (во времени) до момента его истечения, а кто нет? Попробуем далее дать ответ на указанный выше вопрос, исходя из следующих рассуждений.

Известный всем «главный закон» извлечения спекулятивной прибыли гласит – надо сначала «дешево» купить какой-либо актив, а потом его же «дорого» продать. Финансовым результатом подоб-

ной сделки будет прибыль в виде разницы цен продажи и покупки актива. Цена фьючерсного контракта постоянно котируется на бирже и меняется с течением времени. Поэтому только у *покупателя* контракта (он открывает «длинную» позицию по сделке) имеется принципиальная возможность сначала «дешево» купить контракт, а потом когда его цена возрастет, его же «дорого» продать.

У продавца фьючерсного контракта возможности и намерения в совершении сделки совершенно иные. Продавец при совершении сделки открывает «короткую» позицию, то есть он даёт обязательство продать актив, лежащий в основе контракта в будущем по согласованной в контракте цене. Это означает, что фьючерсная цена актива, лежащего в основе контракта, его устраивает, и заключение сделки преследует цели хеджирования позиции продавца от понижения в будущем цены базового актива. Первоначальное открытие «короткой» позиции по фьючерсному контракту одновременно не даёт возможности для продавца как-то использовать с выгодой для себя указанный выше «главный закон» извлечения спекулятивной прибыли. Поэтому спекулятивную прибыль при фьючерсной торговле принципиально может извлекать только покупатель фьючерсного контракта, если он будет осуществлять свои действия по схеме – «купить, а потом продать» фьючерсный контракт. Подробности подобного алгоритма будут рассмотрены ниже.

Исходя из анализа известной автору литературы по фьючерсному рынку [8,9,23 и др.], при использовании только фьючерсных контрактов для извлечения прибыли, возможны всего четыре базовых алгоритма.

Первый алгоритм используется применительно к отдельно взятым фьючерсным контрактам, когда прогнозируется рост их котировок.

Второй алгоритм используется применительно к отдельно взятым фьючерсным контрактам, когда прогнозируется падение их котировок

Третий алгоритм используется для оптимального динамического инвестирования с целью извлечения максимально возможной прибыли.

Четвёртый алгоритм извлечения прибыли и его разновидности предполагают одновременное использование для извлечения прибыли двух фьючерсных контрактов[8,23,24].

Ниже кратко рассматривается содержание указанных выше алгоритмов.

Первый алгоритм (в случае роста котировок фьючерсного контракта)

Если инвестор предполагает рост котировок конкретного фьючерсного контракта, то для извлечения прибыли ему необходимо действовать в соответствии со следующим алгоритмом:

1) купить контракт еще до момента времени роста его котировок (открыть «длинную» позицию по фьючерсному контракту);

2) после того, как котировки возрастут -- совершить офсетную сделку, т. е. продать ранее купленный контракт (открыть «короткую» позицию по фьючерсу).

Прибыль (доход) инвестора в результате реализации указанного алгоритма определится, как:

$$P=D2-D1 \quad (D2>D1) \quad (3.3)$$

где: P - прибыль (доход) инвестора;

D1 - котировка фьючерсного контракта (цена исполнения) на момент его покупки;

D2 - котировка фьючерсного контракта на момент его продажи.

Если прогнозы инвестора не сбываются, а инвестор уже начал действовать в соответствии с указанным выше алгоритмом, то вместо прибыли, он получит убытки (т. к.  $D2 < D1$ , то  $P < 0$ ).

Второй алгоритм (в случае падения котировок фьючерсного контракта)

Если инвестор предполагает падение котировок конкретного фьючерсного контракта и по условиям биржевой торговли опера-

ция «продажа без покрытия» недопустима, то извлечение прибыли становится невозможным. В данном случае инвестор просто должен продать имеющийся у него контракт, то есть должен осуществить перевложение высвободившихся денежных ресурсов в другой контракт, для которого прогнозируется повышение фьючерсной цены. Если инвестор этого не сделает, то его деньги окажутся «замороженными» в неперспективном фьючерсном контракте, то есть они на какое-то время перестанут «работать» на прибыль.

Если прогнозы инвестора не сбываются, а инвестор продаст имеющийся у него контракт, то он лишится прибыли, которую бы мог получить.

### Третий алгоритм – алгоритм оптимального динамического инвестирования на фьючерсном рынке.

Если инвестор (спекулянт) ставит перед собой цель – извлечь не «какую-нибудь» прибыль, а максимально возможную для фьючерсного рынка, то алгоритм его действий будет в точности повторять алгоритм оптимального динамического инвестирования для опционного рынка, экономический смысл которого рассмотрен выше в разделе 3.3.3. книги. Отличия будут состоять только в используемой терминологии, а именно вместо термина «котировка цены опциона», применительно к фьючерсному рынку необходимо использовать термин «котировка фьючерсного контракта». Других же отличий в содержании алгоритма извлечения максимально возможной прибыли, с нашей точки зрения, не существует.

### Четвёртый алгоритм (формирование спреда)

Первоначальное открытие инвестором только «длинной» или же «короткой» позиции по фьючерсному контракту, связано с повышенным риском потерь в случае ошибочных прогнозов в развитии рыночной ситуации. Поэтому, для того чтобы снизить риски инвестора при извлечении прибыли, можно также использовать стратегии, называемые «спредами»[8]. Указанные стратегии ино-

гда также называют «стрэдлами», и они условно объединены в четвёртый алгоритм извлечения прибыли.

Соответствующий алгоритм может использоваться инвестором в случае, когда он считает, что движение курсов фьючерсов произойдет, однако он не уверен, в какую сторону будет это движение. При формировании указанной стратегии используются одновременно два различных фьючерсных контракта. Цель формирования указанной стратегии состоит в извлечении прибыли за счёт использования дисбаланса (дифференциала) цен для двух фьючерсных контрактов.

Различают фьючерсные стратегии извлечения прибыли на базе временного и межтоварного спреда.

Временной спред состоит в одновременном открытии «длинной» и «короткой» позиции по фьючерсным контрактам, использующим один и тот же базисный актив, но имеющим различные даты исполнения. Инвесторы прибегают к подобным стратегиям, когда считают, что разница цен (котировок) различных фьючерсных контрактов не соответствует обычно наблюдаемым значениям.

Так как формирование спреда является менее рискованной позицией, чем открытие только «длинной» или «короткой» позиции по фьючерсному контракту, то на западных биржах при формировании спреда инвестор вносит меньший размер начальной маржи. Это связано с тем, что в случае открытия противоположных позиций убытки по одной позиции компенсируются полностью или частично прибылью по другой (противоположной) позиции.

Различают спред «быка» и спред «медведя». Спред «быка» предполагает [8,23] «длинную» позицию по дальнему и «короткую» позицию по ближнему контракту.

Спред «медведя» включает в себя [23] «короткую» позицию по дальнему и «длинную» позицию по ближнему контракту.

Когда инвестор использует первую стратегию, то говорят, что он покупает спред, а когда вторую – продаёт спред. Инвестор покупает спред, когда рассчитывает, что с течением времени величина спреда должна возрасти и, наоборот, продает спред, когда рассчитывает на уменьшение спреда.



Выше мы рассмотрели временной спред, а теперь кратко остановимся на межтоварном спреде.

Межтоварный спред состоит в заключении двух фьючерсных контрактов с одним и тем же сроком исполнения на разные, но взаимосвязанные активы с целью уловить разницу в изменении их цен. Примерами межтоварных спредов могут являться, например, открытие «длинной» позиции во фьючерсном контракте по соевым бобам и «короткой» позиции во фьючерсном контракте по продукту, производимому из бобов, например, такому как соевая масса. Другой пример межтоварного спреда – это открытие позиции по пшенице и противоположной позиции по кукурузе, которая служит заменой пшеницы во многих случаях.

В заключение отметим, что фьючерсные стратегии с использованием спредов защищают инвестора от возможных потерь из-за нестабильности рынка, однако «платой» за это выступает снижение доли прибыли, на которую инвестор мог бы рассчитывать при использовании только «длинных» или «коротких» позиций по фьючерсным контрактам.

#### **3.4.4.2.2. Спекулятивные стратегии, предполагающие совместное проведение операций на спотовом и фьючерсном рынках**

Стратегии указанного типа [8] предусматривают проведение спекуляций на базисе. Базисом фьючерсного контракта называется [8] разница между текущей спотовой ценой актива и соответствующей фьючерсной ценой. Напомним, что фьючерсная цена актива – это цена его поставки, которая зафиксирована во фьючерсном контракте.

$$\text{Базис} = \text{Текущая цена (спот)} - \text{Фьючерсная цена} \quad (3.4)$$

Как видно из формулы 3.4, в зависимости от того, выше фьючерсная цена актива или же ниже его спотовой цены, базис может быть отрицательным или же положительным. Поскольку к момен-

ту истечения срока действия контракта его фьючерсная цена равна спотовой цене, то базис становится равным нулю.

Однако, до момента истечения срока действия контракта возможны самые разные комбинации в значениях фьючерсной и спотовой цены и, следовательно, в значениях базиса. Именно это обстоятельство позволяет строить различные стратегии извлечения прибыли за счёт торговли базисом.

Торговля базисом предусматривает совместное проведение операций на спотовом и фьючерсном рынках. Варианты возможных операций сводятся к следующим инвестиционным стратегиям:

- 1) Покупка базисного актива на спотовом рынке и одновременная продажа на него фьючерсного контракта;
- 2) продажа (взятого займа) актива на спотовом рынке и одновременная покупка на него фьючерсного контракта.

Результаты применения указанных выше инвестиционных стратегий, в зависимости от состояния базиса, приведены в табл.3.3 и 3.4:

**Стратегия**- покупка актива на спотовом рынке, продажа контракта на фьючерсном рынке.

**Табл. 3.3**

БАЗИС	Положительный	Отрицательный
Расширяется	Выигрыш	Потери
Сужается	Потери	Выигрыш

**Стратегия** - продажа актива на спотовом рынке, покупка контракта на фьючерсном рынке.

**Табл. 3.4**

БАЗИС	Положительный	Отрицательный
Расширяется	Потери	Выигрыш
Сужается	Выигрыш	Потери

Риск сужения или расширения базиса, который сопровождается выигрышами или же потерями, называется базисным риском.

Говорят, что лица, выполняющие совместные операции с активами на спотовом и фьючерсном рынках спекулируют на базисе.

В заключение отметим, что все рассмотренные выше фьючерсные стратегии носят описательный характер. Попытка количественного рассмотрения динамических стратегий, которые будут обеспечивать извлечение потенциально возможной для фьючерсного рынка прибыли, будет предпринята нами в разделе 7 книги.

## **РАЗДЕЛ 4. Российский рынок долевых и долговых ценных бумаг и его спекулятивный потенциал**

---

**В** четвёртом разделе настоящей книги читатель может кратко ознакомиться со структурой российского рынка ценных бумаг по сравнению со структурой западного фондового рынка.

Показано, что для целей извлечения прибыли наиболее перспективным для инвестора (спекулянта) является рынок обыкновенных акций. Приведены сведения о достижимой доходности российского рынка акций в сравнении со средней доходностью западного рынка.

Рассмотрена организация торговли обыкновенными акциями и возможные алгоритмы для извлечения прибыли.

### **4.1. Общая характеристика российского рынка ценных бумаг**

Под термином «ценная бумага» общепринято понимать [8] законодательно признаваемое право на получение ожидаемых в будущем доходов при конкретных условиях. Далее рассматривается спотовый рынок ценных бумаг, на котором с момента совершения операций по купле-продаже и до момента реальной поставки ценных бумаг проходит время, не превышающее нескольких дней.

Дальнейшее рассмотрение проводится применительно к российскому рынку ценных бумаг. Это обусловлено, прежде всего, тем, что вряд ли российские инвесторы хлынут на западные рынки с целью развития экономики чужих стран. На это есть, по крайней мере, две причины.

Первая причина состоит в том, что российская законодательная база построена таким образом, что стимулируется приток зарубежного капитала и затрудняется отток отечественного капитала.

Вторая причина является главной и она состоит в том, что средняя норма прибыли для западного фондового рынка существенно меньше прибыли, которую инвестор может заработать на отечественном фондовом рынке. Так, например, средняя норма прибыли (усредненная за период 1926-1993 гг.) на рынке ценных бумаг США [8] находилась на уровне 12,4% годовых (для акций) и 5,4% годовых (для государственных ценных бумаг).

Подобная норма прибыли для российского инвестора, жаждущего мгновенного обогащения, с одной стороны является просто неинтересной, а с другой стороны – у него имеется наглядный пример темпов развития российского рынка ценных бумаг, когда ещё до кризиса 1998 г., норма прибыли на нём в несколько раз превышала среднюю норму прибыли для западных рынков.

Соответствующую классификацию ценных бумаг, обращающихся на российском фондовом рынке, далее проведем в сравнении с ценными бумагами, обращающимися на фондовом рынке США.

Среди ценных бумаг, обращающихся на фондовом рынке США, можно выделить [8]:

- казначейские векселя;
- долгосрочные государственные облигации;
- долгосрочные облигации корпораций;
- обыкновенные акции.

Первые три вида ценных бумаг являются долговыми, а последний вид ценных бумаг - относится к классу «долевых» ценных бумаг.

По своей экономической сущности первый вид ценных бумаг (казначейские векселя) соответствует предоставлению инвестором краткосрочного кредита Казначейству США. Риск невозвращения указанного кредита инвестору незначителен, если он вообще присутствует.

Второй и третий виды ценных бумаг – это облигации, в основе которых лежат кредитные отношения. Каждый вид облигаций представляет собой долгосрочное обязательство со стороны эмитента (т. е. заёмщика) перед инвестором (т. е. кредитором). Это

обязательство состоит в том, чтобы каждый год осуществлять денежные платежи инвестору (кредитору) в виде купонных выплат до определенной даты (даты погашения), когда будет сделан последний платёж (будет выплачена основная сумма долга). Цена, по которой такие облигации покупают и продаются, меняется с течением времени. Государственные долгосрочные облигации (их называют также бонами) имеют срок обращения примерно 20 лет и, покупая их, инвестор фактически предоставляет кредит Казначейству США на этот срок.

Долгосрочные облигации корпораций (корпоративные бонды) также соответствуют 20-ти летним кредитам, выдаваемым инвестором для наиболее надежных американских корпораций.

Четвертым и последним видом ценных бумаг являются обыкновенные акции, которые относятся к классу долевых ценных бумаг. С одной стороны, акции отражают обязательство со стороны корпорации периодически выплачивать дивиденды в размере, определяемом советом директоров, а с другой стороны – обыкновенные акции отражают долю собственности корпорации, которой фактически владеют держатели обыкновенных акций. Долевое участие в собственности корпорации для владельцев обыкновенных акций определяется тем, что они, купив акции, фактически являются поставщиками её первоначального капитала.

Проводя параллели между фондовым рынком США и России, можно констатировать, что по состоянию на 2001 г. в России фактически остался только рынок акций. Рынок государственных ценных бумаг (ГКО и ОФЗ) «рухнул» после известных событий августа 1998 г., когда государство в одностороннем порядке объявило «дэ фолт» (отказалось отвечать по своим обязательствам перед инвесторами). Для восстановления рынка государственных ценных бумаг, по мнению автора, потребуются многие годы реальных успехов в экономике страны, по прошествии которых могло бы быть восстановлено доверие инвесторов к государству как к добросовестному заёмщику капитала.

Рассмотрим далее подробнее обыкновенные акции, как, пожалуй, единственный (по состоянию на 2001 г.) инструмент извлечения прибыли на российском спотовом рынке ценных бумаг.

Стоимость обыкновенных акций отражается через котировки их курсов купли-продажи (на вторичном рынке) и выплачиваемые по ним дивиденды. Стоимость акций отражает реальное экономическое состояние конкретной корпорации.

Основными целями, которыми руководствуются инвесторы, приобретая обыкновенные акции, могут быть [8,9]:

- сохранение и приумножение капитала;
- участие в уставном капитале акционерных обществ с целью контроля над собственностью;
- использование высоколиквидных акций как быстрого способа доступа к денежным ресурсам;
- получение прибыли от инвестиций в фондовые инструменты и т. д.

Среди множества целей, которыми могут руководствоваться инвесторы при покупке акций, мы будем рассматривать только спекулятивные цели, а именно – краткосрочные инвестиции в обыкновенные акции с целью извлечения прибыли. Среди множества акций, обращающихся на российском фондовом рынке, на сегодня существует достаточно небольшая группа акций со 100% ликвидностью. Указанную группу иногда называют «голубыми фишками». Это акции РАО «Газпром», РАО «Единые энергетические системы России», акции «Ростелеком», РАО «Норильский никель» и др. Эти акции котируются в долларовом эквиваленте и их всегда можно купить и продать на вторичном рынке, даже в моменты кризисов фондового рынка.

Применительно к развиваемой в настоящей книге современной статистической теории финансовых спекуляций (см. ниже раздел 7), требование 100% ликвидности финансовых инструментов является обязательным условием. Указанное требование вполне понятно и объяснимо на уровне здравого смысла. Если, допустим, инвестор ставит перед собой цель извлечь прибыль на колебаниях курсов конкретной акции за ограниченный отрезок времени, то

может возникнуть ситуация, когда инвестор купит перспективную с его точки зрения акцию, а продать её уже не сможет. В указанной ситуации деньги инвестора окажутся «замороженными» в конкретной акции и перестанут какое-то время «работать» на прибыль. А это уже критично, так как по условиям задачи отрезок времени, на котором инвестор пытается извлечь прибыль, является ограниченным.

Рассмотрим далее вопрос о спекулятивном потенциале рынка обыкновенных акций. Условиями торговли акциями на биржевых и не биржевых площадках не предусматривается внесение залоговой (начальной) маржи и, соответственно, ежедневное проведение клиринговых расчетов. Это означает, что при торговле акциями не используется «финансовый рычаг», как это делается в маржинальной торговле на FOREX, фьючерсном и опционном рынках. Поэтому спекулятивный потенциал рынка акций, безусловно, меньше, чем аналогичный показатель для рынков, на которых используется маржинальная торговля. Применительно к российскому рынку внутрисуточные колебания цен акций (для «спокойного» рынка) составляют от десятых долей до единиц процентов от номинальной стоимости акций. Для «спокойного» рынка FOREX вполне возможны колебания курсов валют, например, японской йены (при соответствующем пересчете колебаний курсов в выигрыши–проигрыши), на уровне 100% от уровня начальной маржи (около \$1000 долларов США). Это означает, что при неудачном для инвестора (спекулянта) стечении обстоятельств на рынке FOREX, он может мгновенно потерять всю начальную маржу или же столько же выиграть при удачном для него стечении обстоятельств.

При маржинальной торговле выигрыши–проигрыши инвесторов определяются, в основном, стохастической компонентой в колебаниях курсов соответствующих финансовых инструментов. При торговле акциями прибыли–убытки инвесторов определяются, в основном, господствующими на рынке трендами.

Более низкий спекулятивный потенциал российского рынка акций по сравнению с рынками, где осуществляется маржинальная



торговля, не следует понимать слишком буквально. Например, применительно к западному рынку обыкновенных акций, его средняя годовая доходность при усреднении её за период с 1970 по 1992 гг., составляла [8] – 12,69% (США), 14,77% (Япония), 9,4% (Германия), 19,1% (Великобритания).

Если бы подобные доходности были и на российском рынке акций, то на нём было бы слишком скучно и неинтересно для отечественных и зарубежных инвесторов. Но, к счастью, это не так. В России в переходный период смены экономических формаций наблюдаются резкие взлеты и падения доходности, как различных акций, так и рынка в целом. Эти явления не всегда связаны с реальным состоянием экономики, а зачастую определяются «давлением» на рынок спекулянтов. Например, средняя годовая доходность российского рынка акций (усредненная по десяти наиболее ликвидным акциям) в период с января по август 1998 г. составила порядка [3] 20% годовых. Очевидно, что такая высокая доходность рынка акций не соответствовала реальному состоянию экономики России в тот период времени.

Если бы применительно к российскому рынку акций для того периода времени использовалась бы стратегия оптимального управления капиталом [см. ниже раздел 8], то это принесло бы инвестору доходность на уровне 300% годовых. Безусловно, что подобные по западным меркам сверх доходности привлекали, и будут привлекать как отечественных, так и зарубежных инвесторов, несмотря даже на повышенные риски убытков в случае «падения» рынка.

Для того, чтобы в дальнейшем строить концептуальные и математические модели рынка ценных бумаг, рассмотрим кратко организацию торговли акциями. Соответствующее рассмотрение проведем с точки зрения важнейших особенностей, которые являются наиболее существенными для построения соответствующих моделей.

Указанные особенности, применительно к рынку акций, сводятся к следующему:

1) Для всех участников биржевого рынка, а также внебиржевого (при проведении торгов через Российскую торговую систему «РТС»), доступна информационная инфраструктура, отражающая текущее состояние рынка;

2) на рынке одновременно присутствуют множество участников с независимыми интересами, которые осуществляют куплю-продажу акций;

3) торги проводятся регулярно;

4) рынок акций является ликвидным (мы всегда будем рассматривать только акции со 100% ликвидностью).

Все другие особенности рынка акций (кто является участниками рынка, как подаются заявки, кто их исполняет, какой документооборот и т. д.), являются несущественными для целей построения концептуальных и математических моделей.

Прежде, чем рассматривать соответствующие модели рынка, кратко остановимся на стратегиях извлечения прибыли.

## **4.2. Стратегии извлечения прибыли на рынке акций**

Если в качестве инструмента извлечения прибыли на спотовом рынке ценных бумаг используются только обыкновенные акции (срочные контракты на них не привлекаются), то существует всего две стратегии извлечения прибыли.

### *Первая стратегия извлечения прибыли.*

Если инвестор (спекулянт) считает, что курс какой-то конкретной акции со временем будет расти, то он должен заранее купить эти акции, дождаться роста их курса, потом продать их.

Если прогнозы спекулянта сбываются, то он получает прибыль, равную разности курсов продажи и покупки соответствующих акций.

Если прогнозы спекулянта не сбываются (курс выбранной им акции фактически падает), а он действует в соответствии с указанным выше алгоритмом, то вместо прибыли он получит соответствующие убытки.

### Вторая стратегия извлечения прибыли.

Указанная стратегия основана [8] на операции «продажа без покрытия» и её используют тогда, когда инвестор считает, что курсы конкретной акции должны в дальнейшем падать.

Для извлечения прибыли в указанной ситуации инвестору необходимо заранее одолжить на стороне акции (например, по залог), для которых прогнозируется падение их курса. Взяв акции, нужно сразу же их продать по высокому курсу. Когда прогнозы инвестора сбудутся, и цена взятых в займы акций действительно упадёт, нужно купить соответствующие акции, вернуть их заимодавцу, и забрать свой залог. Доход инвестора при использовании указанного выше алгоритма извлечения прибыли будет равен разнице курса продажи (по высокой цене) и курса обратной покупки (по низкой цене).

В случае если прогнозы инвестора не сбываются, а он действует в соответствии с рассмотренным выше алгоритмом, то вместо прибыли он получит убытки.

### Примечание к стратегиям извлечения прибыли.

Вопрос о том, какие именно акции из их возможной совокупности необходимо использовать при реализации той или иной стратегии извлечения прибыли, является предметом отдельного рассмотрения.

Например, по теории оптимального портфеля Г. Марковица (см. ниже раздел 6) указанный вопрос решается на основе однократной оптимизации, исходя из выбранного инвестором соотношения между риском и доходностью портфеля ценных бумаг.

В рамках современной теории финансовых спекуляций (см. ниже раздел 7) указанный вопрос решается на основе методологии кибернетики и теории оптимального управления. Использование указанной методологии позволяет синтезировать динамическую траекторию управления капиталом в функции времени, которая обеспечит извлечение потенциально возможной для рынка ценных бумаг прибыли.

## РАЗДЕЛ 5. Концептуальная модель срочного и спотового рынка ценных бумаг

---

**В** указанном разделе показано, что, если инвестор хочет получить на финансовом рынке не просто прибыль, а намерен извлечь всё то, что потенциально может предоставить рынок, необходимо строить математические модели. Любой математической модели должна предшествовать понятная на уровне здравого смысла концепция, которая потом уже может быть сформулирована в математических терминах.

Показано, что с информационной точки зрения финансовый рынок отражается через котировки обращающихся на нём финансовых инструментов, которые в общем виде можно рассматривать как возможные реализации векторного случайного процесса.

Сформулирована задача извлечения потенциально возможной для финансового рынка прибыли как задача оптимального управления денежными ресурсами в условиях стохастической «природы» рынка. В качестве модели «природы» предложено рассматривать векторный случайный процесс, с которым на математическом уровне можно отождествить процесс функционирования рынка ценных бумаг.

### 5.1. Сущность концепции модели рынка

Рассмотрим ниже концептуальные, а затем и математические (раздел 7) модели срочного и спотового рынка ценных бумаг. Прежде, чем строить соответствующие модели, необходимо ответить на вопрос – а зачем всё это нужно.

Если заинтересованный читатель предварительно ознакомился с разделами книги относительно срочного (раздел 3) и спотового (раздел 4) рынка ценных бумаг, то он легко сделает вывод о том, что все алгоритмы извлечения прибыли одинаковы. Точно такие же алгоритмы используются и на рынке FOREX. По сути соответствующих алгоритмов, не существует каких-либо особенностей

или же существенных отличий, которые бы отражали специфику отдельно взятого рынка.

Еще одной особенностью рассмотренных ранее алгоритмов извлечения прибыли является то, что все они носят описательный характер. На сегодня, по мнению автора, вполне можно констатировать, что современная наука об инвестициях, состояние развития которой наиболее полно представлено в фундаментальных изданиях [8,9], находится в начальной стадии развития. Это касается, в первую очередь, используемых методов решения задачи по извлечению прибыли инвестором.

Если захотеть больше и перейти от описания экономических явлений к их анализу, а затем и синтезу инвестиционных стратегий, то другого пути, кроме, как построение математических моделей, не существует.

Если же осознана сама необходимость построения моделей, в нашем случае – это моделей для решения задачи извлечения прибыли, то остается открытым вопрос – как надо это делать.

Автор искренне убежден в том, что какой бы не была сложной математика, описывающая соответствующие модели, в их основе, прежде всего, должна лежать здравая экономическая концепция, которая затем может быть трансформирована в ту или иную математическую форму. Поэтому построение модели срочного и спотового рынка ценных бумаг начнем с описания концепции модели.

Что видит спекулянт (т.е. инвестор, осуществляющий краткосрочные инвестиции в те или иные финансовые инструменты), присутствуя на рынке?

Он видит, прежде всего, то, что рыночные процессы для него отражаются на экране монитора той или иной информационной системы в виде некоторой динамики курсов обращающихся на рынке финансовых инструментов (акций, фьючерсных и опционных контрактов).

На сегодня общепринято считать [7,8,9], что курсы обращающихся на рынке финансовых инструментов являются случайными событиями. При рассмотрении указанных событий во времени они образуют случайную последовательность или, что тоже самое,

дискретный случайный процесс: Почему курсы тех или иных инструментов ведут себя в данный момент времени так, а не иначе, невозможно объяснить с помощью какой-либо детерминированной теории. Единственный выход из этой ситуации – это статистическое рассмотрение всех рыночных событий.

На курс того или иного финансового инструмента непосредственное влияние оказывает динамика спроса и предложения. Реально в биржевых торгах участвуют множество инвесторов со своими собственными интересами, не связанными с интересами других участников. Именно множество интересов и действий инвесторов, отсутствие возможностей предварительного сговора между участниками торговли обуславливают статистическую природу поведения курсов всех обращающихся на рынке финансовых инструментов. Все протекающие на рынке события развиваются во времени как в течение одной торговой сессии, так и для множества дат проведения торгов.

*Поэтому, подводя итог вышесказанному, можно констатировать, что в качестве достаточно общей модели спотового и срочного рынков можно рассматривать математическую модель векторного случайного процесса.*

*Координатами соответствующего случайного вектора могут быть случайные курсы или же эффективности обращающихся на рынке финансовых инструментов, а также их производные до второго порядка включительно.*

Сразу же поясним, зачем нужны соответствующие производные случайных процессов. По физическому смыслу математическое ожидание первой производной случайного процесса определяет скорость изменения тренда процесса, а математическое ожидание второй производной процесса определяет ускорение в изменении тренда. Если в дальнейшем опираться на математические методы прогнозирования случайных процессов[5,6,28], то знание соответствующих производных позволяет строить более точные прогнозы

поведения процессов в будущем и на этой основе уже принимать более взвешенные инвестиционные решения.

Отметим, что предложенная выше статистическая модель рынка ценных бумаг индифферентна к чаяниям и намерениям конкретного спекулянта. Это означает, что отдельно взятые участники рынка не оказывают никакого влияния на протекающие рыночные процессы. Указанная выше модель рынка отражает некоторую статистическую модель индифферентной «природы», которую участники могут лишь изучать и учитывать в своих действиях.

Каковы цели спекулянта? Они достаточно прозрачны и конкретны. Вступая в борьбу за прибыль, он обладает ограниченными финансовыми ресурсами и может присутствовать на рынке только в течение ограниченного отрезка времени. Ограничение финансовых ресурсов спекулянта и времени его присутствия на рынке является жёстким побудительным мотивом к тому, чтобы его деньги «работали» на прибыль с максимально возможной эффективностью (отдачей). В рамках указанной модели инструментом извлечения прибыли для спекулянта выступают ценные бумаги, при этом у него имеются степени свободы по выбору номенклатуры и количественного состава ценных бумаг в функции времени.

В дальнейшем мы будем считать, что принимаемые спекулянтом решения по выбору номенклатуры ценных бумаг и их количественному составу в функции времени как раз и определяют динамическую инвестиционную стратегию. Наравне с термином «динамическая инвестиционная стратегия» или же просто «инвестиционная стратегия», мы, в дальнейшем, будем употреблять также термин «управление капиталом». Указанные термины по своей сущности являются абсолютно одинаковыми, только первый обычно используется в области инвестиций и финансов, а второй («управление» каким-то объектом или же процессом) употребляется в области кибернетики.

Подводя итог сказанному, можно констатировать, что задачу извлечения спекулятивной прибыли на рынке ценных бумаг можно трактовать как целенаправленные действия спекулянта по наилучшему («оптимальному») управлению денежными ресурсами в

условиях стохастической природы рынка. Моделью «природы» может быть векторный случайный процесс, с которым отождествляется рынок, а принимаемые спекулянтом решения в функции времени определяют динамическую инвестиционную стратегию или, что то же самое, некоторую траекторию управления капиталом. Цель деятельности спекулянта – это попытка извлечения им потенциально возможной для финансового рынка прибыли в условиях ограничения риска инвестиций. Попутно заметим, что точно такая же модель нами была предложена ранее для рынка FOREX (см. выше разд. 2).

Прежде, чем перейти к математической формулировке указанной модели спекулятивных операций на финансовом рынке, рассмотрим кратко известные методы и модели количественного анализа финансовых рынков.



## **РАЗДЕЛ 6. Методы анализа финансовых рынков**

---

**В** настоящем разделе книги проводится краткое рассмотрение известных методов анализа рынка ценных бумаг. Рассматриваются традиционный фундаментальный и традиционный технический анализы. Более подробно рассматривается современный технический (математический) анализ рынка ценных бумаг. Представленные в разделе сведения носят справочный характер и они, в основном, характеризуют современное состояние проблемы анализа финансовых рынков.

### **6.1. Понятие «портфеля ценных бумаг»**

Под портфелем ценных бумаг обычно понимается[8] набор ценных бумаг, предназначенных для достижения определенных целей и управляемых как единое целое. В портфель ценных бумаг могут входить векселя, акции, государственные долговые обязательства и другие ценные бумаги.

Инвестиции в ценные бумаги могут осуществляться с целью[8,9]:

- сохранения и приращения капитала;
- приобретения ценных бумаг, которые по условиям обращения могут заменять наличность;
- минимизации риска портфеля при условии обеспечения заданной доходности инвестиций;
- спекулятивной игры на колебаниях курсов ценных бумаг, а также для достижения других производных целей.

Под управлением портфелем понимается процесс принятия решений, направленный на достижение поставленных целей, при этом под решением понимается выбор структуры и количественного состава ценных бумаг, входящих в портфель. В математическом плане решение принято называть оптимальным, если

имеется модель портфеля, а также сформулирована задача оптимизации, в рамках решения которой определяется структура и количественный состав входящих в портфель ценных бумаг. Входящие в модель портфеля количественные характеристики ценных бумаг (их курсы или же иные характеристики) могут быть оценены лишь на базе статистической методологии, используемой в рамках современного технического (математического) анализа. Прежде, чем рассматривать современные методы анализа рынка ценных бумаг, кратко остановимся на истории указанных методов.

## **6.2. Традиционный фундаментальный анализ**

В рамках школы традиционного фундаментального анализа считается, что поведение курсов ценных бумаг является следствием экономического состояния эмитента ценных бумаг, а также является отражением состояния дел в экономике в целом и отрасли, в рамках которой функционирует конкретная корпорация.

Поэтому основное внимание представители указанной школы уделяют изучению финансовой отчётности, которую обязана публиковать каждая акционерная компания, а также анализу факторов внешней экономической среды, в рамках которой функционирует акционерная компания.

Методы указанного анализа применительно к акциям (ценным бумагам с нефиксированным доходом) позволяют дать, в основном, «качественную» картину поведения рынка и рекомендации о предпочтительности использования в портфеле тех или иных ценных бумаг (акций).

Указанный анализ обычно начинается с оценки факторов, воздействующих на рынок в целом. Затем анализируется отрасль, к которой относится конкретная фирма – эмитент ценных бумаг в части того, является ли данная отрасль нарождающейся, растущей, стабильной, цикличной или же увядающей.

Нарождающиеся отрасли не всегда прямо доступны инвесторам, желающим приобрести их акции, которые могут и не присутствовать на рынке.

Для растущих областей характерно постоянное и быстрое увеличение продаж и прибыли.

Стабильными называются отрасли, в которых продажи и прибыли относительно стабильны и отличаются устойчивостью даже в периоды кризисов и спадов.

Циклические отрасли характеризуются чувствительностью выручки к деловому циклу. Цены спекулятивных акций весьма подвижны, и изменения их динамики трудно связать с действием какого-либо конкретного фактора.

К «увядающим» отраслям относятся отрасли, применяющие устаревшую технологию или же производящие устаревшую продукцию.

Для диверсифицированных компаний необходимо провести межотраслевой анализ. Затем осуществляется количественный анализ фирмы на основе расчёта определенной номенклатуры финансовых коэффициентов, а также качественный анализ для выявления факторов привлекательности вложений в акции конкретной фирмы.

Рекомендации по формированию портфеля ценных бумаг в рамках указанного анализа являются, в основном, «качественными», а немногие расчётные соотношения (например, для акций – это формула для прогноза их цены [7, стр.148]) не содержат в себе элементов статистического описания и не пригодны для построения моделей статистической оптимизации. Вместе с тем, когда только осуществляется выход ценных бумаг на фондовый рынок, и когда ещё нет представительного для статистических выводов массива их котировок, рекомендации в рамках фундаментального анализа обретают особую актуальность при первичном наполнении портфеля теми или иными ценными бумагами.

### **6.3. Традиционный технический анализ**

В основе традиционного технического анализа лежит здравая идея, состоящая в том, что кривые курсовой динамики и объёмы сделок с ценными бумагами являются отражением экономического состояния рынка. Указанные процессы явно не указывают на экономические причины, которые их вызвали, а лишь являются их отражением. Вместе с тем, указанные процессы являются информативными и на основе рассмотрения их динамики можно строить прогнозы о поведении рынка в будущем и принимать правильные решения об управлении портфелем ценных бумаг.

*Отметим, что все процедуры традиционного технического анализа являются эвристическими и не содержат в себе какого-либо математического обоснования принимаемых решений.*

В связи с этим, указанную форму технического анализа часто называют графической, поскольку его главным инструментом является визуализация последовательностей цен в виде графиков и рассмотрение особенностей этих графиков как средства предсказания цен в будущем.

Количество приёмов графического анализа огромно. Некоторые из указанных приёмов рассмотрены в работах [7,21,22]. Однако то, что было хорошо, допустим, несколько десятков лет назад, сегодня уже не отвечает современному состоянию науки.

Поэтому сегодня традиционный технический анализ, по мнению автора, может играть лишь вспомогательную роль.

### **6.4. Современный технический анализ, статистика и традиционная теория оптимального портфеля**

Современный технический анализ использует то же основное предположение об информативности курсовой динамики ценных бумаг и возможности учёта статистических ретроспективных данных. Однако, он оперирует не графиками, а исполь-

зует статистическую методологию и оптимизацию для принятия решений о формировании портфеля ценных бумаг.

#### 6.4.1. Характеристики эффективности ценных бумаг

Вложение в ценные бумаги, котируемые на рынке, является финансовой операцией, связанной с покупкой ценных бумаг по известной цене и продажей в будущем по заранее неизвестной (для акций) или же известной (для облигаций, фьючерсов и опционов) цене. При этом у инвестора в период нахождения у него ценной бумаги могут быть дополнительные (случайные по величине) доходы в виде дивидендов на акции или же случайные или постоянные по величине выплаты по купонам для облигаций (например, для государственных долговых ценных бумаг).

С учетом сказанного эффективность (доходность) ценных бумаг по экономическому смыслу должна отражать их способность приносить доход по истечении некоторого интервала времени. Эффективность обычно оценивают с помощью формулы:

$$R(i, \nabla t) = \frac{[C(i, t_2) + d(i, \nabla t) - C(i, t_1)]}{C(i, t_1)} \quad (6.4.1),$$

где:  $\nabla t = t_2 - t_1$  - интервал времени между продажей и покупкой ценных бумаг;

$R(i, \nabla t)$  - эффективность ценных бумаг  $i$ -го вида за время между их покупкой и продажей;

$C(i, t_2)$  - цена продажи ценных бумаг  $i$ -го вида к моменту окончания рассматриваемого периода;

$C(i, t_1)$  - цена покупки ценных бумаг  $i$ -го вида на начало рассматриваемого периода;

$d(i, \nabla t)$  - дивиденды (для акций), выплачиваемые на ценные бумаги  $i$ -го вида или же купонный доход, выплачиваемый по госу-

дарственным долговым ценным бумагам за рассматриваемый период времени между их покупкой и продажей.

Заметим, что далее термины эффективность и доходность ценных бумаг используются как синонимы.

Очевидно, что эффективность ценных бумаг  $R(i, \nabla t)$  является случайной величиной, т. к. случайна цена их продажи на вторичном рынке, а также случайным является доход по дивидендам (для акций).

Выбор длительности интервала времени ( $\nabla t$ ), на котором должна оцениваться эффективность, определяется выбираемой в дальнейшем тактикой управления портфелем. Если инвестор создается консервативный (инвестиционный) портфель, то решения о ротации портфеля принимаются достаточно редко – не чаще одного раза в квартал. Если создается спекулятивный (торговый) портфель, доход от которого извлекается в процессе «игры» на колебаниях курсов ценных бумаг, эффективность должна оцениваться на возможно коротком интервале времени. В идеале этот короткий период времени должен быть равным периоду времени между двумя смежными торговыми сессиями.

Оперировать случайными величинами как мерой эффективности ценных бумаг на практике очень неудобно. Поэтому обычно оперируют в рамках статистической методологии двумя моментами случайных величин.

Первый момент (начальный) называется математическим ожиданием или же просто «эффективностью» ценной бумаги, т. е.:

$$M_i = E\{R_i\} \quad (6.4.2)$$

Второй момент (центральный) называется дисперсией эффективности или же «риском» ценной бумаги, т. е.:

$$V_i = E\{[R_i - M_i]^2\} \quad (6.4.3)$$
$$\sigma_i = \sqrt{V_i},$$

где:  $E$  - оператор математического ожидания;

$M_i$  - математическое ожидание эффективности  $i$  - й ценной бумаги или же просто «эффективность»  $i$  - й ценной бумаги;

$V_i$  - дисперсия  $i$  - й ценной бумаги или же «риск» ценной бумаги;

$\sigma_i$  -среднеквадратичное отклонение эффективности.

Ранее (см. выше раздел 5) мы определили в качестве модели «природы» рынка ценных бумаг некоторый векторный случайный процесс. На основе указанной модели уже могут быть конкретно определены пути решения статистических проблем оценивания «эффективности» и «риска» для портфеля ценных бумаг.

Исторический опыт развития фондового рынка для стран с развитой рыночной экономикой говорит о приемлемости и целесообразности использования статистической методологии для описания процессов функционирования рынка и, соответственно, для принятия экономически оправданных решений. Так, например, в развитых странах регулярно публикуются сведения о биржевом курсе ценных бумаг и, прежде всего, акций ведущих компаний. На основе этой информации можно проследить статистическую историю курсов ценных бумаг и выплачиваемых дивидендов и оценить по формуле (6.4.1) их эффективность за достаточно длительный период.

Классическая статистическая методология применительно к рынку ценных бумаг состоит в следующем[8,9]. В качестве единичного интервала времени принимается один квартал, то есть « $\nabla t = 1$  квартал». Это обусловлено тем, что дивиденды по акциям выплачиваются, как правило, один раз в квартал. Далее для каждого интервала времени « $\nabla t$ » на временной оси от начала котировки  $i$  - й ценной бумаги и до момента времени, предшествующего моменту принятия решений, оцениваются эффективности по формуле (6.4.1). Далее считается, что множество текущих значений эффективностей, рассчитанных за каждый квар-

тал, является реализацией случайного стационарного процесса (гипотеза стационарности указанного процесса, по нашему мнению, может быть объектом серьезной критики). Напомним[26], что по физическому смыслу стационарность случайного процесса означает неизменность во времени его статистических характеристик. Применительно к рынку ценных бумаг принято[8] рассматривать статистическую методологию в рамках корреляционной теории. Это означает, что для случайной стационарной последовательности будут неизменными во времени её моментные характеристики, а именно, будут постоянными во времени математическое ожидание и дисперсия эффективности (риск), а корреляционная функция будет зависеть только от разности аргументов (двух соседних моментов времени на временной оси). Гипотеза о стационарности случайной последовательности (случайного процесса) позволяет:

- известными методами[25,26] оценивать её статистические характеристики;
- в силу стационарности статистических характеристик, экстраполировать результаты оценивания, полученные для статистических данных из «прошлого» на «будущее»;
- осуществить оптимизацию портфеля ценных бумаг по экстраполированным данным. Это означает, что решения принимаемые «сегодня» должны быть оптимальны и для «будущих» моментов времени.

Не вдаваясь в математические подробности задач оценивания моментных характеристик стационарных случайных процессов, которые достаточно полно изложены в работах[25,26] отметим, что точность получаемых оценок зависит как от объёма используемых статистических данных, так и от сложности алгоритмов, используемых для их обработки. Если рассматривать отдельно проблему статистической обработки данных, то здесь представляется возможным использовать алгоритмы обработки любой сложности (степени оптимальности). Количество же имеющегося в распоряжении исследователя статистического материала (для конкретных



ценных бумаг) является объективным препятствием к повышению точности оценивания их неизвестных статистических характеристик, а также характеристик статистической взаимосвязи между ценными бумагами тех или иных компаний. С учетом также того фактора, что на фондовом рынке, например в США, котируются несколько тысяч компаний [8], оценивание статистических характеристик рынка в целом является самостоятельной достаточно трудной проблемой. Поэтому в США пошли путём описания поведения рынка в целом на основе расчёта индексов рынка, являющихся его «индикаторами» или же «барометрами», которые рассчитываются по ограниченному объёму статистических данных. При расчёте индексов рынка прямой статистический подход используется для оценивания математического ожидания эффективности, а также для оценивания ковариации между «самыми главными» акциями (например, в количестве 30), на базе которых выводится знаменитый индекс Доу-Джонса. Существуют также и другие более содержательные индексы, например S&P 500 Index, который упоминался нами ранее.

#### **6.4.2. Метод ведущих факторов**

С учетом подходов, развиваемых в рамках традиционного фундаментального анализа для рынка ценных бумаг (см. разд.6.2), можно предположить, что эффективность ценных бумаг, определяемая формулой 6.4.1, будет зависеть от целого ряда факторов. Например, от финансового положения эмитента ценных бумаг, отрасли, в которой он осуществляет свою деятельность, и многих других факторов, включая даже такие непосредственно не измеряемые, как успешность рекламно-маркетинговой компании при продаже ценных бумаг и так далее. Принципиально методами факторного анализа, использование которого применительно к фондовому рынку рассмотрено, например, в работе [8], можно оценить значимость и влияние любых факторов на эффективность ценных бумаг.

Применительно к западному фондовому рынку (США) было эмпирически замечено, а также позже подтверждено многочисленными статистическими исследованиями, что главным ведущим фактором, определяющим эффективность ценных бумаг, является состояние рынка в целом. Состояние рынка в целом является «барометром», позволяющим предсказывать судьбу ценных бумаг на рынке и это состояние рынка отражается в сводных индексах Доу-Джонса, Standart and Poor's Index (S&P 500 Index) и других индексах. Наиболее важным для финансовых аналитиков является S&P 500 Index, представляющий собой сумму курсов 500 важнейших видов ценных бумаг, взвешенных с учетом акционерного капитала каждой корпорации. В теории финансового рынка аналогичную роль играет величина, именуемая эффективностью рынка в целом и представляющая собой взвешенную (с учетом капитала) сумму эффективностей всех рискованных ценных бумаг, функционирующих на рынке. Это совершенно очевидно, если подставить два смежных значения S&P 500 индексов в формулу (6.4.1). Все расчёты индексов рынка для ценных бумаг США осуществляются на регулярной основе специализированными фирмами, например Merrill Lynch and Co., Ltd, и публикуются в специальных изданиях. В качестве временного горизонта представления статистических данных используются котировки ценных бумаг за 5 лет, предшествующих дате расчёта индекса, при этом используется поквартальная дискретизация информации.

Выделение ведущего фактора позволило построить простые и удобные для конечных пользователей математические модели (в рамках линейного регрессионного анализа) для оценивания динамики эффективностей ценных бумаг в функции состояния рынка в целом. В распоряжение конечного пользователя предоставляется модель линейной регрессии в виде:

$$Y_i = a_i + b_i \cdot X_m \quad (6.4.4.),$$

где:  $i$  - номер ценной бумаги;

$Y_i$  - эффективность  $i$ -й ценной бумаги, «отклик» или, что одно и то же, объясняемая переменная;

$X_m$  - текущее значение эффективности рынка в целом, рассчитываемое по формуле (6.4.1) на основе публикаций индексов рынка (например, S&P 500 Index),  $X_m$  является входной переменной;

$a_i, b_i$  - коэффициенты линейной регрессионной модели для  $i$ -й ценной бумаги; эти коэффициенты, а также относительные ошибки их вычисления публикуются в специальных изданиях для ценных бумаг, функционирующих на рынке.

На основе модели (6.4.4) конечный пользователь, подставляя текущее или прогнозируемое значение эффективности рынка  $X_m$  (рассчитываемое по формуле (6.4.1) или же публикуемое в специальных изданиях), легко может рассчитать текущую или прогнозируемую эффективность  $i$ -й ценной бумаги и уже на основе этого может принимать экономически обоснованные решения.

На практике более удобно отсчитывать эффективность ценных бумаг относительно эффективности безрискового вклада  $R_0$ . Эффективность безрисковых вложений (ставка без риска) играет важную роль в теории равновесия на конкурентном финансовом рынке. Центральное место в этой теории занимает регрессионная модель У. Шарпа, известная как модель установления цен на капитальные активы (Capital Asset Pricing Model, CAPM) [8]. В рамках указанной модели основное уравнение равновесного рынка имеет вид:

$$Y_i - R_0 = \beta_i (X_m - R_0) \quad (6.4.5)$$

В выражении (6.4.5) расшифровка основных обозначений приведена ранее. Новый коэффициент пропорциональности  $\beta_i$  в выражении (6.4.5) играет важную роль в финансовом анализе и называется «бета ценных бумаг вида  $i$  относительно рынка» или же

«бета  $i$  - го вклада». Левая часть в выражении (6.4.5), в виде превышения величины эффективности рискованных вложений над эффективностью безрискового вклада, называется премией за риск.

Если значение  $\beta_i$  положительно, то эффективность  $i$  - й ценной бумаги прямо пропорционально эффективности рынка. Если значение  $\beta_i$  отрицательно, то эффективность  $i$  - й ценной бумаги будет снижаться при возрастании эффективности рынка.

Премия за риск от вложения  $i$  - й ценной бумаги линейно зависит от ситуации, складывающейся на рынке.

Модели линейной регрессии (6.4.4-6.4.5), с одной стороны, очень просты и это является их достоинством, но с другой стороны их простота оборачивается потерей точности предсказаний из-за не учёта ведущего фактора (состояния рынка в целом) и других факторов, влияющих в той или иной степени на эффективность ценных бумаг. Учёт нескольких факторов, безусловно, можно осуществить в рамках моделей множественной линейной или же нелинейной регрессии, но это усложнит для конечного пользователя вид моделей и обозримость результатов. Поэтому для того, чтобы повысить точность предсказания модели линейной регрессии для всего спектра ценных бумаг, функционирующих на рынке США, пошли не по пути усложнения моделей, а путём введения дополнительных поправок к коэффициентам линейной регрессии в моделях (6.4.4 – 6.4.5). Статистические исследования рынка США[8] показали, например, что эффективной для коррекции коэффициента  $\beta_i$  в выражении (6.4.5) является формула:

$$\beta'_i = K_0 + K_1 \cdot \beta_i + K_2 \cdot S_i \quad (6.4.6),$$

где:  $\beta'_i$  - скорректированный коэффициент линейной регрессии;  $K_0, K_1, K_2$  - некоторые коэффициенты, а значение  $S_i$  - это десятичный логарифм суммарной стоимости компании, для которой осуществляется прогнозирование в рамках модели (6.4.5).

Параметры моделей линейной регрессии типа (6.4.4-6.4.5), а также оценки точности указанных моделей, в виде среднего квадрата ошибок и среднеквадратического отклонения ошибок, публикуются в США в специальных изданиях.

Результаты прогнозирования эффективностей ценных бумаг по моделям типа (6.4.4-6.4.6), а также значения ошибок прогнозирования («риски» ценных бумаг) могут использоваться в качестве исходных данных для последующей оптимизации портфеля ценных бумаг. Ниже вкратце рассмотрим основные количественные характеристики и свойства портфеля ценных бумаг в зависимости от номенклатуры входящих в него бумаг. Кроме того, рассмотрим также основные классические постановки задач по оптимизации портфеля ценных бумаг.

### **6.4.3. Количественные характеристики портфеля ценных бумаг**

Количественные характеристики портфеля ценных бумаг принято [8,9] рассматривать, исходя из предположений, что случайные величины, определяющие его эффективность, являются элементами генеральной совокупности с нормальным законом распределения. В терминах теории случайных функций [26] это эквивалентно понятию нормального стационарного случайного процесса (случайной последовательности).

Ниже приведём количественные характеристики для портфеля ценных бумаг в терминах случайных величин.

Пусть  $X_i, i = 1, \dots, n$  - доля общего вложения, приходящаяся на  $i$  - й вид ценных бумаг, так что:

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n = 1$$

или же в краткой записи:

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1 \quad (6.4.7)$$

Случайное значение эффективности портфеля  $R_p$  очевидно равно:

$$R_p = \sum_{i=1}^n R_i \cdot X_i \quad (6.4.8)$$

при условии, что случайное значение эффективности  $i$ -го вида ценных бумаг равно  $R_i$ . Согласно правилам теории вероятностей ожидаемый эффект от портфеля равен:

$$M_p = E(R_p) = \sum_{i=1}^n X_i \cdot E(R_i) = \sum_{i=1}^n X_i \cdot M_i \quad (6.4.9),$$

где  $M_p$  - математическое ожидание эффективности портфеля или просто эффективность портфеля;  $M_i$  - математическое ожидание эффективности  $i$ -й ценной бумаги;  $E$  - здесь и далее означает операцию математического ожидания.

Случайное отклонение от ожидаемого значения эффективности портфеля равно:

$$R_p - M_p = \sum_{i=1}^n X_i \cdot (R_i - M_i) \quad (6.4.10)$$

Математическое ожидание квадрата этого отклонения называется дисперсией эффекта портфеля или же его «риском» и определяется как:

$$\begin{aligned}
 V_p &= E[R_p - M_p]^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i \cdot X_j \cdot E\{(R_i - M_i) \cdot (R_j - M_j)\} = \\
 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n V_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j
 \end{aligned}
 \tag{6.4.11},$$

где величины:

$$V_{i,j} = E\{(R_i - M_i) \cdot (R_j - M_j)\}$$

являются ковариациями случайных величин  $R_j$  и  $R_i$ , а также учтено, что  $X_i = X_j$  для всех  $i = j$ .

Очевидно, что при  $i = j$

$$V_{j,j} = E(R_j - M_j)^2 = \sigma_j^2,$$

т.е.  $V_{j,j}$  является дисперсией эффективности  $j$ -й ценной бумаги.

#### 6.4.4. Свойства портфеля ценных бумаг

Свойства портфеля ценных бумаг ниже иллюстрируются в зависимости от отсутствия или же наличия корреляции между ценными бумагами, входящими в портфель.

*а) Отсутствие корреляции между ценными бумагами, входящими в портфель*

Предположим, что эффекты от различных видов ценных бумаг, входящих в портфель, взаимно независимы, что математически эквивалентно отсутствию корреляции между ценными бумагами, то есть  $V_{i,j} = 0$  при  $i \neq j$ .

Тогда дисперсия эффективности портфеля определится как:

$$V_p = \sum_{j=1}^n X_j^2 \cdot \sigma_j^2 \quad (6.4.12),$$

а среднеквадратическое отклонение эффективности в виде:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{j=1}^n X_j^2 \cdot \sigma_j^2} \quad (6.4.13)$$

Предположим далее, что инвестор вложил свои средства равными долями во все ценные бумаги. Тогда  $X_j = 1/n$  и инвестор получит средний ожидаемый эффект в виде:

$$M_p = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n M_j \quad (6.4.14)$$

Среднеквадратическое отклонение эффективности определится как:

$$\sigma_p = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_j^2} \quad (6.4.15)$$

Пусть далее

$$\bar{\sigma} = \max_j \sigma_j \quad (6.4.16)$$

С учетом 6.4.15 и 6.4.16 очевидно неравенство:

$$\sigma_p \leq \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n \bar{\sigma}^2} = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{n \bar{\sigma}^2} = \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{n}} \quad (6.4.17),$$



Переходя к пределу в выражении (6.4.17), получим

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{n}} \Rightarrow 0 \quad (6.4.18).$$

Из выражения (6.4.18) следует, что при ограниченности среднеквадратического отклонения эффективности ценных бумаг, входящих в портфель, риск портфеля ограничен и стремится к нулю при неограниченном возрастании числа ценных бумаг в портфеле. Отсюда проистекают рекомендации для инвесторов о целесообразности диверсификации портфеля, то есть необходимости составлять портфель из возможно большего числа взаимно-некоррелированных ценных бумаг.

*б) Положительная взаимная корреляция между ценными бумагами, входящими в портфель*

Напомним, что дисперсия эффективности портфеля или же его риск определяется формулой (6.4.11) т.е.:

$$V_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n V_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j \quad (6.4.19).$$

С учетом того, что коэффициент корреляции для 2-х случайных величин определяется формулой:

$$\rho_{i,j} = \frac{1}{\sigma_i \sigma_j} \cdot V_{i,j} \quad (6.4.20),$$

формулу (6.4.19) для риска портфеля можно представить в виде:

$$V_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (\sigma_i \cdot X_i) \cdot (\sigma_j \cdot X_j) \cdot \rho_{i,j} \quad (6.4.21).$$

Рассмотрим далее случай положительной корреляции, когда  $\rho_{i,j} = 1$ . Тогда, с учетом (6.4.21), выражение для риска портфеля можно записать в виде:

$$\begin{aligned} V_p &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (\sigma_i \cdot X_i) \cdot (\sigma_j \cdot X_j) = \\ &= \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i \cdot X_i \right) \cdot \left( \sum_{j=1}^n \sigma_j \cdot X_j \right) = \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i \cdot X_i \right)^2 \end{aligned} \quad (6.4.22).$$

Рассмотрим далее эффективность простой диверсификации ценных бумаг в портфеле в условиях прямой положительной корреляции между ценными бумагами. Будем считать, что первичные средства распределены в равных долях, т. е.  $X_i = 1/n$ . Тогда, с учетом (6.4.22), выражения для дисперсии эффективности (риска) портфеля и его среднеквадратического отклонения будут иметь вид:

$$V_p = \frac{1}{n^2} \cdot \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_i \sigma_j \right) = \frac{1}{n^2} \cdot \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i \right) \cdot \left( \sum_{j=1}^n \sigma_j \right) = \left( \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \sigma_i \right)^2 \quad (6.4.23)$$

$$\sigma_p = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \sigma_i \quad (6.4.24)$$

Если обозначить  $\bar{\sigma} = \max \sigma_i$ ,  $\underline{\sigma} = \min \sigma_i$ , то при всех «n»:

$$\underline{\sigma} \leq \sigma_p \leq \bar{\sigma} \quad (6.4.25).$$

При полной (то есть единичной) положительной корреляции между ценными бумагами диверсификация портфеля не даёт положительного эффекта. В этом случае, в соответствии с выражением (6.4.25), среднеквадратическое отклонение эффективности (то есть среднеквадратическое значение «риска») портфеля просто равно среднему риску от отдельных вложений и не стремится к нулю с увеличением числа ценных бумаг. По содержательному смыслу положительная корреляция имеет место, когда движение курсов ценных бумаг определяется действием одного и того же фактора, и это действие проявляется в движении курсов в одну и ту же сторону.

*в) Отрицательная взаимная корреляция между ценными бумагами, входящими в портфель*

Для уяснения сути вопроса рассмотрим случай полной обратной корреляции между ценными бумагами, входящими в портфель, то есть когда коэффициент корреляции  $\rho_{i,j} = -1$  при  $(i \neq j)$ . Далее ограничимся рассмотрением случая 2-х ценных бумаг, который без труда можно обобщить на любое число ценных бумаг, включаемых в портфель.

С учетом формулы (6.4.21), будем иметь:

$$\begin{aligned} V_p &= \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 (\sigma_i \cdot X_i)(\sigma_j \cdot X_j) \cdot \rho_{i,j} = \\ &= \sigma_1^2 X_1^2 + \sigma_2^2 X_2^2 - 2\sigma_1 X_1 \sigma_2 X_2 = (\sigma_1 X_1 - \sigma_2 X_2)^2 \end{aligned} \quad (6.4.26).$$

Если обозначить

$$X_2 = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \cdot X_1,$$

то риск портфеля  $V_p = 0$ .

Это означает, что в случае полной обратной корреляции между ценными бумагами, входящими в портфель, можно выбрать такие

пропорции между ними, что риск портфеля будет полностью отсутствовать.

По содержательному смыслу полная обратная корреляция между ценными бумагами, входящими в портфель, означает, что движение их курсов осуществляется в противоположных направлениях.

На практике наиболее реальными являются ситуации, когда нет полной прямой или же обратной корреляции между ценными бумагами, однако разумная диверсификация портфеля может привести к снижению риска портфеля без потери его эффективности.

#### **6.4.5. Классические постановки задач оптимизации портфеля ценных бумаг**

Ниже приведены [7,8] классические постановки и качественные результаты, следующие из решения задач формирования оптимального портфеля, составленного из рискованных ценных бумаг, смеси рискованных и безрисковых ценных бумаг. Первый тип задач впервые рассматривался Г. Марковицем, а второй тип Д. Тобиным.

Кроме того, кратко рассмотрена стратегия формирования портфеля, называемая логарифмической стратегией Келли[19].

*а) Задача формирования оптимального портфеля, составленного только из рискованных ценных бумаг*

С учетом терминологии (см. выше раздел 6.4.3), определяющей количественные характеристики портфеля ценных бумаг в виде математического ожидания эффективности портфеля (6.4.9) и дисперсии эффективности портфеля(6.4.12), формулировка задачи оптимизации портфеля выглядит следующим образом.

Пусть  $X_j$  - доля от вложения капитала, приходящаяся на  $j$ -й вид ценных бумаг. Требуется найти доли  $X_j$ , соответствующих вложений в те или иные ценные бумаги, обеспечив при этом минималь-

ное значение ковариации эффективности портфеля («риска») и при условии обеспечения заданного значения эффективности портфеля в целом. В векторно-матричных обозначениях задача оптимизации портфеля ценных бумаг имеет вид:

$$V_p = X^T V X \rightarrow \min_x \quad (6.4.27),$$

где (6.4.27) – это оптимизируемая целевая функция, а выражение:

$$m^T X = m_p \quad (6.4.28)$$

задает требуемое значение уровня эффективности портфеля ценных бумаг.

Выражение:

$$I^T X = I \quad (6.4.29)$$

является условием нормировки искомых переменных  $X_j$ , поскольку они являются долями от единицы и в сумме должны составлять единицу.

В выражениях (6.4.27-6.4.29) приняты следующие обозначения:

$V = [V_{i,j}]$ - матрица ковариации эффективностей ценных бумаг размерности  $N \times N$ ;

$m = [m_j]$ - вектор–столбец ожидаемой эффективности (математического ожидания), координатами которого являются эффективности финансовых инструментов;

$I[1]$  - единичный вектор-столбец;

$X = [X_j]$ - вектор-столбец неизвестных (искомых) пропорциональных долей вложения в те или иные ценные бумаги;

Знаком  $T$  здесь и везде далее по тексту обозначена операция транспонирования.

В указанном виде задача оптимизации (6.4.27-6.4.29) может быть решена, например, с помощью метода неопределенных множителей Лагранжа [12]. Указанный приём позволяет свести задачу на условный экстремум целевой функции (6.4.27), при ограничениях (6.4.28-6.4.29), к задаче на безусловный экстремум. Однако, в этом случае некоторые из искомым переменных могут оказаться отрицательными, что означает рекомендацию взять в долг ценные бумаги  $j$ -го вида в количестве  $X_j$ , т.е. провести операцию «продажа без покрытия». Если взятие в долг ценных бумаг невозможно, то дополнительно к условиям задачи (6.4.27-6.4.29) необходимо добавить условие неотрицательности искомым переменных, то есть:

$$X_j \geq 0 \quad (6.4.30)$$

для всех  $j$ .

В этом случае задача оптимизации (6.4.27 - 6.4.30) может быть решена методами нелинейного программирования [27].

Из постановки задачи оптимизации в виде (6.4.27 - 6.4.30) очевидны следующие качественные результаты:

- предельная ожидаемая эффективность портфеля ценных бумаг не может превысить эффективности ценной бумаги, имеющей максимальное значение. Если в выражении (6.4.28) задан уровень эффективности больше предельного (максимального) значения эффективности ценных бумаг, то задача не имеет решения;

- если заданное значение уровня эффективности портфеля в выражении (6.4.28) равно самому большому значению, которое, допустим, имеет  $j$ -й вид ценных бумаг, то в оптимальный портфель будет входить только  $j$ -й вид ценных бумаг;

- пусть уровни эффективности всех имеющихся на рынке ценных бумаг проранжированы в порядке их убывания. Тогда, если заданное значение уровня эффективности портфеля в выражении (6.4.28) больше или равно эффективности второго по величине члена проранжированного по эффективностям ряда, то в опти-

мальный портфель будет входить не более двух ценных бумаг с наибольшими значениями эффективности. Пропорциональное соотношение между этими двумя видами ценных бумаг будут выбираться исходя из минимума значения целевой функции (6.4.27) и так далее.

*б) Задача оптимизации портфеля, составленного из рискованных и безрисковых ценных бумаг*

Формальная постановка задачи оптимизации смешанного портфеля ценных бумаг имеет вид:

Целевая функция:

$$V_p = X^T V X \rightarrow \min_X \quad (6.4.31).$$

Ограничение, задающее требуемый уровень эффективности портфеля:

$$m^T X + r_0^T X_0 = m_p \quad (6.4.32).$$

Условие нормировки:

$$I^T X + X_0 = I \quad (6.4.33).$$

Условие неотрицательности искомых переменных:

$$X_j \geq 0 \quad (6.4.34).$$

В выражениях (6.4.31-6.4.34) приняты точно такие же обозначения, как и в постановке задачи оптимизации рискованного портфеля (см. выше), а также приняты дополнительно обозначения:

$r_0$  - вектор-столбец эффективности вложений в безрисковые ценные бумаги;

$X_0$  - вектор-столбец, состоящий из долей капитала, вкладываемого в безрисковые ценные бумаги.

Д. Тобиным показано, что задача оптимизации 6.4.31 - 6.4.34 решается проще, чем задача оптимизации чисто рискованного портфеля. Для комбинированного портфеля, состоящего из рискованных и безрисковых ценных бумаг, решение может быть получено в аналитической форме с помощью метода неопределенных множителей Лагранжа.

Последовательность решения задачи состоит в том, что первоначально необходимо задаться соотношением рискованной и безрисковой частей портфеля, а затем уже для выбранного соотношения определяется оптимальная структура рискованной части портфеля.

*в) Логарифмическая стратегия Келли  
для оптимизации портфеля ценных бумаг*

В указанном методе в качестве критерия оптимальности портфеля выбраны средние темпы роста будущей доходности вложений. Под будущей доходностью портфеля понимается отношение его стоимости через время  $t$  к его начальной стоимости. Обозначим через  $S_0$  - начальную стоимость портфеля, а через  $S_t$  - стоимость портфеля через время  $t$ . Обозначим через  $P_i$  коэффициенты, характеризующие доходность, при этом  $P_0$  - доходность безрискового вложения. Если  $P_i=1$ , то  $i$  - й финансовый инструмент не приносит прибыли, если  $P_i<0$ , то финансовый инструмент является убыточным и если  $P_i>0$ , то финансовый инструмент является прибыльным.

С учетом этого, постановку задачи оптимизации портфеля с использованием стратегии Келли можно представить в виде[19]:



$$\sum_{i=1}^n X_i = 1 \quad (6.4.35)$$

$$S_i = S_0 (P_0 + \sum_{i=1}^n X_i \cdot S_i) \rightarrow \max_{X_i} \quad (6.4.36),$$

где  $S_i = P_i - P_0$ . Обозначив через  $Z = S_i / S_0$ , целевую функцию 6.4.36 в рамках логарифмической стратегии оптимизации Келли можно переписать в виде:

$$Z = \ln(P_0 + \sum_{i=1}^n X_i \cdot S_i) = \max_{X_i} \quad (6.4.37).$$

Существует также ряд преимуществ стратегии Келли перед другими стратегиями оптимизации. В частности, стратегия Келли оптимальна в том смысле, что время достижения любого заранее заданного уровня доходности портфеля при её использовании минимально. Другое преимущество стратегии Келли по сравнению со стратегией Г.Марковица состоит в том, что в ней используется стохастическое прогнозирование будущей доходности портфеля.

#### **6.4.6. Основные рекомендации по формированию портфеля ценных бумаг в рамках «классической» теории оптимального портфеля»**

Как отмечалось выше, современный технический анализ рынка ценных бумаг базируется на рассмотрении количественных характеристик ценных бумаг и портфеля ценных бумаг в рамках использования статистической методологии. С учетом этого, основные рекомендации по формированию портфеля ценных бумаг могут быть «качественными» и «количественными». Качественные рекомендации можно свести к следующим:

1. Для того чтобы сформировать в некотором смысле «оптимальный» портфель ценных бумаг, требуется предварительное ис-

следование статистических свойств ценных бумаг и общей структуры рынка. На основе указанной информации уже можно сформулировать «качественные» рекомендации по наполнению портфеля ценных бумаг, а именно:

- если портфель сформировать из взаимно-некоррелированных ценных бумаг, то при расширении их номенклатуры риск портфеля будет асимптотически стремиться к нулю (см. раздел 6.4.4);

- если портфель сформировать из ценных бумаг, находящихся в обратной корреляции друг с другом, то «риск» портфеля может быть сведен к нулю (см. раздел 6.4.4);

- если структуру портфеля ценных бумаг выбрать аналогичной структуре рынка (то есть в пропорциональных долях присутствующих на рынке ценных бумаг), то в соответствии с теоретической моделью «модель ценообразования на рынке капиталовложений» (Capital Asset Pricing Model, CAPM[8]) такой портфель будет обладать свойствами оптимального портфеля. В соответствии с моделью CAPM, в портфель ценных бумаг необходимо включать «недооцененные» рынком ценные бумаги.

2. Если инвестор ставит перед собой цель сформировать «оптимальный» в некотором смысле портфель на базе использования количественных (математических) методов, то все рекомендации по формированию подобного портфеля будут вытекать из решения задач оптимизации. Основные постановки подобных задач нами были рассмотрены ранее в разделе 6.4.5.

Подводя итог сказанному, можно констатировать, что современное состояние «теории оптимального портфеля» целиком базируется на методологии оптимизации. Известно [12], что все задачи оптимизации являются лишь частным случаем более общих задач, рассматриваемых в теории управления.

В последующих разделах книги планомерно рассматривается использование методов теории управления для повышения эффективности инвестиционной (спекулятивной) деятельности на финансовом рынке.

## **РАЗДЕЛ 7. Введение в современную теорию финансовых спекуляций**

---

**Н**астоящий раздел занимает центральное место в книге. Это связано, прежде всего, с тем, что впервые инвестиционная и спекулятивная деятельность на финансовом рынке рассматриваются в рамках методологии кибернетики и, в частности, в рамках теории оптимального управления динамическими системами. Такой подход позволяет сделать качественный скачок в решаемых задачах и перейти от «оптимизации» портфеля финансовых инструментов (это делается в рамках классической «теории оптимального портфеля» Г.Марковица) к задачам «оптимального управления» им.

Под управлением портфелем понимается динамическая процедура принятия инвестиционных решений в функции времени. В разделе показано, как можно строить математические модели финансовых инструментов и формулировать задачу извлечения потенциально возможной для финансового рынка прибыли, чтобы для её решения можно было бы привлекать самые мощные математические методы, развитые в теории оптимального управления.

Автор убеждён в том, что в основе любой прикладной «теории», в частности по оптимальному управлению спекулятивным портфелем, на первом месте всегда должен стоять здравый экономический смысл, который потом уже может быть облечён в ту или иную математическую форму. Именно от здравого смысла ведётся изложение всей «теории», что позволяет надеяться, что её сущность будет доступна и понятна любому заинтересованному читателю.

### **7.1. Гносеология финансовых спекуляций**

Финансовые спекуляции, что это - наука или искусство? Если это искусство, то стоит ли и можно ли, как сказал поэт: "...алгеброй гармонию править..."? Любая точка зрения заслуживает внимания, если она достаточно аргументирована.

Автор настоящей книги придерживается мнения, что финансовые спекуляции, если их попытаться рассматривать с теоретической точки зрения – это сплав науки и, прежде всего кибернетики, и «высоких» компьютерных технологий. Однако сразу же оговоримся, что это частное мнение «квант джока» («quant jocks» - жаргонное прозвище вычислительных математиков), и автор не собирается навязывать свою точку зрения уважаемому читателю. Однако вряд ли у читателя возникнет иная точка зрения, если он убедится, что задачу извлечения максимально возможной прибыли на финансовом рынке можно сформулировать и решать как вариационную задачу по поиску экстремума интегрального функционала в условиях ограничений (см. ниже разделы 7.2-7.4). О каком таком искусстве спекулянта в указанной ситуации может пойти речь? Разве что о математическом. Но обо всём пока по порядку.

Сегодня математики и инженеры всё шире вторгаются в финансовую науку, тесня в ней традиционных финансистов и экономистов. Этот процесс привёл к тому, что возникли целые новые направления в финансовой науке, например, такие как финансовая инженерия [10] и финансовая стохастика [15]. Если говорить о финансовых спекуляциях, то процесс проникновения в указанную область знаний строгих математических методов сегодня только начался [1,2,3]. Указанному процессу предшествовали целые этапы развития «теории» финансовых спекуляций.

Можно ли сегодня говорить о «теории» финансовых спекуляций, если «основной закон» образования спекулятивной прибыли тривиален и известен ещё с самых древних времен, а именно – надо сначала «дёшево» купить какой-то товар, а потом его же «дорого» продать.

Указанным «законом» пользуются и поныне все спекулянты, когда они прогнозируют повышение курса финансового инструмента (товара, валюты, ценной бумаги), с помощью которого они намерены извлечь прибыль. Спекулятивная прибыль (доход) в указанном случае будет определяться разницей курсов продажи и покупки соответствующего финансового инструмента.

Как отмечалось нами ранее, рынок ценных бумаг обогатил «теорию» финансовых спекуляций еще одним «законом» образования спекулятивной прибыли. Указанный «закон» позволяет извлекать прибыль при понижении курса финансового инструмента, с помощью которого спекулянт планирует извлечение прибыли. Указанный «закон» базируется на осуществлении операции «продажа без покрытия» [8], сущность которой мы рассматривали ранее в разделе 4.2.

Алгоритмические действия спекулянта в соответствии с указанными выше «первым» или «вторым» основными «законами» извлечения прибыли как раз и будут определять две главные инвестиционные стратегии извлечения прибыли.

*Всё возможное разнообразие спекулятивных стратегий фактически сводится к тем или иным комбинациям указанных выше двух основных «законов» извлечения прибыли при их диверсификации по различным рынкам, видам финансовых инструментов и возможным динамическим сочетаниям финансовых инструментов во времени и между собой.*

На первый взгляд всё кажется чрезвычайно простым, однако объективная реальность оказывается сложнее рассмотренных выше двух основных алгоритмов (стратегий) извлечения прибыли.

Первая сложность состоит в достоверности прогнозирования. Если прогнозы спекулянта сбываются с точностью до «наоборот», а он действует в рамках рассмотренных выше стратегий, то вместо прибыли спекулянт получит соответствующие убытки.

Вторая сложность состоит в том, что рассмотренные выше стратегии фактически являются одношаговыми. Реальные же события на финансовом рынке – это некоторое чередование (по неизвестным законам) повышений и снижений курсов, обращающихся на рынке финансовых инструментов. Если у спекулянта имеется цель обеспечить максимально возможную эффективность «работы» его денег на прибыль, то свои действия он должен выверять не на один шаг вперед, а по отношению всего горизонта будущего развития

событий на финансовом рынке. Последнее утверждение уже не из области финансов, а из области кибернетики и, в частности, теории оптимального управления динамическими системами[6].

Третья сложность состоит в том, что хотя «законы» извлечения прибыли хорошо всем известны, их знание ещё не позволяет спекулянту решать задачу извлечения потенциально возможной для финансового рынка прибыли. Это связано, прежде всего, с тем, что указанная задача по своей сути является чисто математической и для её решения должны быть предложены соответствующие математические методы, адекватные экономической природе решаемой задачи.

Всё вышесказанное свидетельствует о сложной реальной картине протекания рыночных процессов, неоднозначности и многоальтернативности возможных действий спекулянтов. Поэтому желательно перевести задачу извлечения потенциально возможной прибыли в формальную плоскость и попытаться решать её математическими методами.

Одним из первых шагов математического решения задачи синтеза инвестиционной стратегии, явилось создание в начале 50-х годов «теории оптимального портфеля ценных бумаг», за что её создатель – Г. Марковиц впоследствии получил Нобелевскую премию по экономике. Указанная задача нами рассматривалась ранее (см. раздел 6.5.5), ниже мы лишь кратко напомним её сущность.

Инвестор располагает ретроспективными статистическими данными по доходности (эффективности) ценных бумаг и их рискам. Требуется однократно сформировать такой портфель ценных бумаг, в котором минимизировался бы риск портфеля при заданной его доходности. Решение подобной задачи осуществляется методами нелинейного программирования и состоит в том, что выбирается номенклатура и пропорциональные доли входящих в портфель ценных бумаг.

Оптимальный по Г. Марковицу портфель – это типичный случай реализации однократного программного управления, когда под управлением понимается однократно найденный (расчётным путём) состав оптимального портфеля.

Зададимся теперь вопросом, программное управление портфелем ценных бумаг – это «плохо» или «хорошо»? Ответ на этот вопрос, по нашему мнению, может подсказать элементарная логика и здравый экономический смысл. Безусловно, лучше пытаться хоть что-то рассчитывать в надежде добиться намеченных целей, чем вообще ничего не делать. В рамках «оптимального» по Г. Марковицу портфеля используются статистические данные из «прошлого», на их основе проводятся расчёты и утверждается, что полученный таким образом портфель будет оптимальным для «будущего» периода времени. Попробуем теперь прояснить вопрос, насколько «хорош» будет полученный расчётным путем портфель ценных бумаг. Для этого рассмотрим параллельный пример из области техники.

Предположим, что регулирование температуры в жилом доме производится по тщательно спроектированной программе (это называется управление объектом при разомкнутом контуре обратной связи), при этом соответствующие расчёты базируются на многочисленных и достоверных статистических данных. Определяется средняя температура, которая должна поддерживаться в помещении в течение зимних месяцев, и последовательность включения и отключения отопительной системы во времени. Поскольку перемены в погоде непредсказуемы, то в результате этого зимой в помещении будет временами или слишком тепло или же слишком холодно, даже если средняя внешняя температура и порядок включения и отключения отопления определены на основании очень тщательных предварительных расчетов. Этот недостаток, свойственный программному управлению, никак не может быть устранён. Когда в квартире слишком тепло, то жильцы, очевидно, будут открывать форточки, а если слишком холодно, то они будут теплее одеваться. Так как на программу включения отопления они повлиять никак не могут, то путём использования обратной связи с окружающей средой они смогут повысить комфортность своего проживания.

Точно также и для портфеля ценных бумаг, если он однократно оптимизирован расчётным путем для некоторого «будущего» от-

резка времени, то на этом отрезке времени фактически могут произойти такие события, которые могут опрокинуть первоначально сделанные расчёты. Что же остаётся инвестору – мириться с неожиданно возникшими убытками или же попытаться что-то сделать, чтобы исправить положение? Здравый смысл здесь подсказывает, что для того, чтобы повысить «качество» оптимизированного портфеля, необходимо использовать «обратную связь» по рынку. Использование указанной обратной связи позволит инвестору реагировать на характер протекания рыночных процессов и включать в портфель только перспективные для инвестора ценные бумаги.

Попутно также заметим, что процессы управления с обратной связью наблюдаются повсюду: в живых организмах; в автоматах, которые создает человек; в человеческом обществе.

*С учётом сказанного, важным и не используемым пока на практике резервом улучшения «качества» портфеля финансовых инструментов является управление им с использованием обратной связи.*

Заметим далее, что управлять техническими или же любыми другими и, в частности, экономическими системами можно различным путём. Обычно присутствующие в условиях задачи ограничения ресурсов для целей управления (технических, финансовых и других) приводят к необходимости поиска таких законов управления, которые бы давали максимально возможный эффект от управления в условиях ограниченных возможностей.

Теоретической основой построения «оптимальных» в том или ином смысле систем является теория оптимального управления [7,13,14]. За последние несколько десятилетий указанная теория получила самое широкое развитие. Она используется для синтеза оптимальных законов управления различными летательными аппаратами, кораблями, реакторами и другими ответственными техническими системами.



Использование указанной теории, по нашему мнению, может оказаться весьма перспективным применительно к спекулятивной деятельности на финансовом рынке.

Спекулятивная деятельность, в отличие от долгосрочных инвестиций, имеет ряд существенных особенностей. Например, для стратегического инвестора, заинтересованного, например, в контроле над собственностью, сиюминутная прибыль, приносимая купленными им акциями, не столь актуальна. В отличие от него, спекулянт заинтересован лишь в прибыли. Для него актуально так распорядиться ограниченными финансовыми ресурсами, чтобы приносимая деньгами прибыль была бы максимально (потенциально) возможной. Указанную задачу мы называем «задачей оптимального управления капиталом» или, что одно и то же, «задачей оптимального управления портфелем финансовых инструментов». Она по своей сущности в точности соответствует задаче оптимального управления.

*С учетом вышесказанного, вторым важным и не используемым пока на практике резервом повышения «качества» управления портфелем финансовых инструментов, является использование для этих целей теории оптимального управления.*

Ниже кратко рассматриваются основные постановки задач оптимального управления динамическими системами, а затем уже осуществляется конкретизация указанных задач применительно к оптимальному управлению портфелем финансовых инструментов.

## **7.2. Теория управления динамическими системами, как теоретическая основа финансовых спекуляций**

### **7.2.1. От «оптимизации» к «управлению» портфелем ценных бумаг**

Как отмечалось ранее, в теории оптимального портфеля Г. Марковица[8], «оптимальность» портфеля обеспечивается за счёт его оптимизации (расчётным путем). В соответствии с этим «управление» портфелем, под которым мы понимаем разворачивающийся во времени процесс принятия решений о его реструктуризации в зависимости от изменяющейся ситуации на финансовом рынке, как таковое отсутствует.

Указанное обстоятельство обусловлено, прежде всего, тем, что «теория управления» появилась гораздо позже по сравнению с «теорией оптимизации», методы которой использовались Г. Марковицем при построении своей теории оптимального портфеля.

Покажем далее на качественном и математическом уровне, что «оптимизация» портфеля является лишь частным случаем его «управления».

Оптимизация портфеля ценных бумаг с использованием статистической методологии осуществляется в два этапа.

На первом этапе оцениваются статистические свойства рынка. Это означает[8], что за достаточно длительный интервал времени (например, 10 лет) с поквартальной дискретностью съёма данных оцениваются статистические свойства (математическое ожидание, дисперсия и ковариация) ценных бумаг, обращающихся на рынке.

На втором этапе, в рамках тех или иных математических моделей, осуществляется собственно оптимизация. Однако здесь существует ряд особенностей в части привлекаемой для оптимизации информации. Основная особенность состоит в том, что фактически для оптимизации портфеля привлекаются статистические данные из «прошлого» и утверждается, что результаты оптимизации будут справедливы для «будущего». Указанное утверждение корректно лишь в одном случае, когда статистические свойства рынка неиз-

менны во времени. Это означает, что оптимизация осуществляется применительно к стационарным случайным процессам. Если гипотеза стационарности рынка неприемлема, то результаты оптимизации дают только «точечную» оценку оптимальности, при этом для оценки свойств оптимального портфеля на некотором временном интервале требуется найти множество таких «точечных» оценок.

Рассмотрим далее связь между «оптимизацией» и «управлением» применительно к портфелю финансовых инструментов. Если задача оптимизации портфеля осуществляется ежеквартально на начало планируемого периода, и по результатам её выполнения принимаются или же не принимаются какие-либо действия по реструктуризации портфеля (отсутствие действий рассматривается как «нулевое» управление), то такая стратегия эквивалентна управлению портфелем, осуществляемым один раз в квартал. При  $N$ -кратном решении задач оптимизации и  $N$ -кратном принятии решений в планируемом периоде реализуется стратегия дискретного ( $N$  раз) управления портфелем. Увеличивая количество указанных выше управлений, в пределе можем получить управление портфелем в непрерывном времени в виде некоторой траектории управляющих воздействий.

Стратегия управления, когда при принятии управляющих решений НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ информация о текущем состоянии системы на момент принятия решений, называется стратегией управления по РАЗОМКНУТОМУ контуру или же ПРОГРАММНЫМ управлением.

Ниже будет показано, что задача оптимального программного управления эквивалентна задаче оптимизации в бесконечномерном пространстве и в этом смысле является более общей, чем задача оптимизации.

Кроме программного управления существуют ещё более эффективные стратегии оптимального управления, которые, как будет показано ниже, с успехом могут быть использованы применительно к управлению портфелем финансовых инструментов.

Перечислим возможные стратегии управления в порядке возрастания их эффективности[6,12,13,14]:

- управления с разомкнутым контуром или, что одно и то же, программное управление;
- управления с обратной связью;
- управление с использованием обратной связи и упреждения;
- управление по замкнутому контуру.

Ниже кратко рассматриваются основные постановки задач оптимального управления динамическими системами как той базы, на основе использования которой уже в дальнейшем можно строить модели оптимального управления портфелем финансовых инструментов.

Учитывая, что случай оптимального дискретного управления динамической системой является частным случаем управления в непрерывном времени, дальнейшее рассмотрение будем проводить, в основном, в непрерывном времени, при этом сам переход от непрерывного времени к дискретному времени может быть выполнен без особого труда.

### **7.2.2. Задача оптимального программного управления динамической системой**

Под динамическими системами понимаются такие системы, модель функционирования которых в функции времени может быть представлена в виде дифференциальных (для дискретного времени - разностных) уравнений.

В терминах теории управления[12] задача оптимального ПРОГРАММНОГО управления динамической системой может быть сформулирована в следующем виде:

Требуется решить вариационную задачу, а именно найти функцию времени  $U(t)$  (т.е. «управление»), исходя из условия обеспечения экстремума целевому функционалу, т.е.:

$$\max_{U(t)} J = \int_{t_0}^{t_1} I(X, U, t) dt + F(X_1, t_1) \quad (7.2.1)$$

при условии динамики изменения состояния в виде:

$$\dot{X} = f(X, U, t) \quad (7.2.2)$$

начальных условиях:

$$t_0, \quad X(t_0) = X_0 \quad (7.2.3)$$

и ограничениях на управление:

$$\{U(t)\} \in U \quad (7.2.4).$$

Выражение (7.2.1) – это целевой функционал, конкретное содержание которого определяется выбираемой целью управления.

Выражение (7.2.2) – это векторно-матричное дифференциальное уравнение, описывающее динамику системы, которое может быть решено при начальном условии, определяемом выражением (7.2.3). Отметим, что вынужденную составляющую решения указанного уравнения определяет правая часть этого уравнения, а именно – управление  $U(t)$ .

Выражение (7.2.4) определяет ограничения на управление  $U(t)$  динамической системой.

Отметим далее, что в зависимости от ВИДА ЦЕЛЕВОГО ФУНКЦИОНАЛА, задачи оптимального управления называются [12,14] задачей *Больца*:

$$\max_{U(t)} J = \int_{t_0}^{t_1} I(X, U, t) dt + F(X_1, t_1) \quad (7.2.5)$$

задачей *Лагранжа*:

$$\max_{U(t)} J = \int_{t_0}^{t_1} I(X, U, t) dt \quad (7.2.6)$$

задачей *Майера*:

$$\max_{U(t)} J = F(X_1, t_1) \quad (7.2.7)$$

Задачи оптимального управления вне зависимости от вида целевого функционала могут быть преобразованы одна в другую и, в математическом смысле, являются полностью эквивалентными друг другу [12].

Задачу оптимального ПРОГРАММНОГО управления динамической системой также называют [12,14] задачей оптимального управления динамической системой по РАЗОМКНУТОМУ контуру.

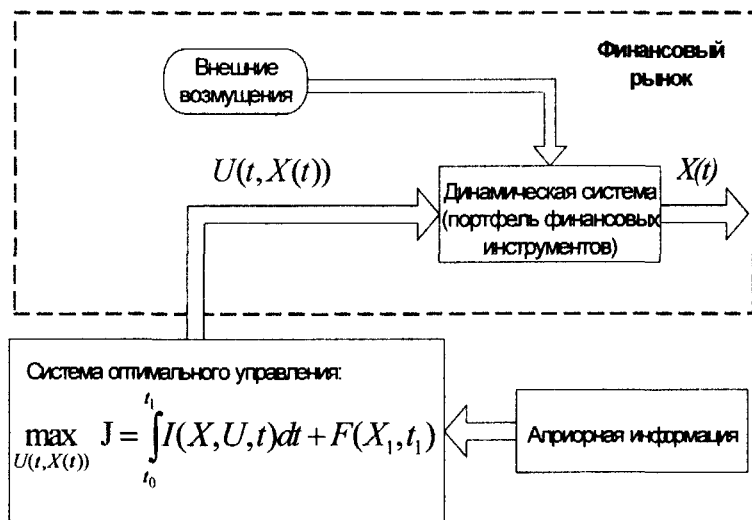
В задачах указанного типа никак не используется информация о текущем состоянии системы, и оптимальное управление может быть синтезировано заранее, т.е. без учета указанной информации.

Пример программного управления температурой жилого дома рассматривался нами ранее.

Еще одним примером [12] задачи оптимального программного управления является определение оптимальной траектории движения ракеты. Управляющие параметры в этой задаче – это моменты включения двигателей и длительность их работы, величина и направление силы тяги, которую следует приложить к ракете в каждый отдельный момент времени. Режим работы двигателей выбирается в зависимости от ряда ограничений, например, в зависимости от общего количества топлива на борту ракеты. Вектор состояния указанной управляемой системы может отождествляться с массой ракеты, а также с ее траекторными координатами и скоростями их изменения. Зависимость вектора состояния системы в функции времени описывается системой дифференциальных уравнений, выводимых из законов механики. Результирующая траектория космического полета определяется в результате поиска экс-

тремума целевого функционала, куда входит вектор состояния и управления ракетой. Например, при разработке проекта полета на Луну на ракете «Аполлон» в качестве цели управления выбиралась максимизация массы последней ступени ракеты, что математически отражалось выбором терминального целевого функционала *Майера* вида (7.2.7).

Блок-схема системы оптимального программного управления динамической системой, применительно к портфелю финансовых инструментов, представлена ниже на рисунке 7.1.



**Рис.7.1** Блок-схема системы оптимального программного управления

### 7.2.3. Задача оптимального программного управления, как задача оптимизации в бесконечномерном пространстве

Задачи управления являются более общими, чем задачи оптимизации, так как их решением является функция времени  $U(t)$ , а не точечное решение, как это имеет место в задачах оптимизации.

Покажем это на примере того, что задачу управления можно представить как задачу математического программирования (т. е. как задачу оптимизации) в бесконечномерном пространстве. Рассмотрим следующую задачу управления с целевым функционалом в форме *Лагранжа* [12]:

$$\max_{U(t)} J = \int_{t_0}^{t_1} I(X, U) dt \quad (7.2.8)$$

при условии динамики изменения состояния в виде:

$$\dot{x} = f(X, U) \quad (7.2.9)$$

начальных условиях:

$$t_0, \quad X(t_0) = X_0 \quad (7.2.10)$$

и ограничениях на управление:

$$\{U(t)\} \in U \quad (7.2.11).$$

Эта задача отличается от задачи оптимизации (7.2.1 - 7.2.5) следующими свойствами:

- она автономна, т.е. уравнения динамики (7.2.9) и целевой функционал (7.2.8) не зависят явно от времени;

- данная задача относится к классу задач Лагранжа, так как целевой функционал не зависит от конечного состояния или же от конечного момента времени;



- эта задача с закрепленным временем, т.к.  $t_1$  задано, а  $X(t_1)$  произвольно;

- кроме того, полагается, что задача содержит только одну фазовую координату и один управляющий параметр.

Покажем далее, что задача управления эквивалентна задаче оптимизации в бесконечномерном пространстве.

Заданный промежуток времени  $t_0 \leq t \leq t_1$  можно разбить на  $N$  интервалов равной длины  $\nabla$ :

$$\nabla = \frac{t_1 - t_0}{N} \quad (7.2.12)$$

Время измеряется в дискретных единицах:

$$t = t_0 + q\nabla, \quad (7.2.13),$$

где индекс  $q$  изменяется от 0 ( $t = t_0$ ) до  $N$  ( $t = t_1$ ). Состояния и управления замеряются в отмеченные моменты времени, т.е.:

$$\begin{aligned} X^q &= X(t_0 + q\nabla) \\ U^q &= U(t_0 + q\nabla) \end{aligned} \quad (7.2.14)$$

Рассмотрим теперь задачу математического программирования с  $N+1$  переменной  $U^0, U^1, \dots, U^N$ :

$$\begin{aligned} \underset{U^1, U^2, \dots, U^N}{MAX} J^N &= \sum_{q=0}^N I(X^q, U^q) \nabla \\ X^{q+1} - X^q &= f(X^q, U^q) \quad \nabla, q = 0, 1, \dots, N-1 \\ X^0 &= X_0, \quad U^q \in U \end{aligned} \quad (7.2.15),$$

где  $\nabla$  - фиксированный положительный параметр. Пределом целевой функции (первое выражение в 7.2.15) при  $N$ , стремящимся к бесконечности, и  $\nabla$ , стремящимся к нулю, при фиксированной величине  $\Delta t = (t_1 - t_0)$ , является целевой функционал вида 7.2.8, т.е.:

$$\lim_{\substack{N \rightarrow \infty, \nabla \rightarrow 0 \\ \Delta t = (t_1 - t_0)}} J^N = J \quad (7.2.16).$$

При переходе к пределу разностные уравнения (второе выражение в 7.2.15) превращаются в дифференциальные уравнения типа (7.2.9), а целевая функция со знаком суммирования (первое выражение в 7.2.15) превращается в интегральный целевой функционал вида (7.2.8).

Таким образом, задачу управления МОЖНО СЧИТАТЬ задачей математического программирования (оптимизации) в бесконечномерном пространстве. Этим пространством является множество всех кусочно-непрерывных вещественных функций  $U(t)$ , определенных на промежутке  $t_0 \leq t \leq t_1$ .

С учетом сказанного, решение задач управления являются ничем иным, как динамической оптимизацией, обеспечивающей получение решения не в точке, а на множестве точек на интервале  $t_0 \leq t \leq t_1$ , т. е. решением указанной задачи является функция времени  $U(t)$ .

#### **7.2.4. Оптимальное управление динамической системой с использованием обратной связи**

При рассмотрении соответствующих моделей мы будем сразу же рассматривать параллели применительно к финансовому рынку. Как отмечалось выше, в задаче оптимального программного управления, или же оптимального управления по разомкнутому контуру, никак не используется информация о текущем состоянии динамической системы. В то же время на финансовом рынке и, в

частности, в таких его секторах, как рынок ценных бумаг, валютный и кредитно-депозитный рынки, регулярно присутствует текущая информация о котировках курсов ценных бумаг и валют, а также банковские кредитно-депозитные ставки. Естественным является желание при принятии оперативных решений (т.е. в процессе текущего управления портфелем финансовых инструментов) использовать указанную информацию для достижения в некотором смысле «наилучших» результатов. Интуитивно понятно, а в теории оптимального управления [6,14] это показано на математическом уровне, что использование указанной информации позволяет достигать более высокого «качества» управления с точки зрения «глубины» экстремума функционала типа (7.2.1). В теории управления, применительно к техническим объектам, под обратной связью понимается информация, поступающая в систему управления по каналам измерений. В указанной измерительной информации объективно присутствуют «шумы» (т. е. ошибки) измерений. Задача системы управления состоит в том, чтобы наилучшим (в некотором математическом смысле) образом обработать указанную информацию в целях получения «оптимальных» (в определенном математическом смысле) оценок  $\hat{X}(t)$  текущего (на момент принятия решений) состояния системы. Далее задачей системы управления является выработка управляющих воздействий на систему с учетом информации о текущем состоянии системы  $\hat{X}(t)$ .

Финансовый рынок является полной концептуальной аналогией технических управляемых систем. Под каналом измерений применительно к финансовому рынку можно понимать текущую информацию о котировках курсов ценных бумаг, валют и т. д. Для принятия оптимальных управляющих решений, возможно, потребуются привлекать дополнительную информацию о первой и второй производной случайных процессов изменения курсов финансовых инструментов. Первая производная случайного процесса является также случайным процессом, характеризующим «скорость» изменения курсовой динамики, а вторая производная также является случайным процессом, характеризующим «ускорение» курсовой динамики. Эта дополнительная информация объективно отсут-

вует (непосредственно не наблюдаема) и её можно получить только расчётным путем за счёт численного дифференцирования случайных процессов изменения курсов. В процессе численного дифференцирования объективно возникают случайные ошибки («шумы»). По аналогии с задачей управления техническими системами текущую информацию по финансовому рынку, «засоренную» шумами, необходимо каким-то наилучшим образом обработать с целью получения наиболее достоверных оценок  $\hat{X}(t)$  состояния финансового рынка. Далее задачей системы управления портфелем финансовых инструментов будет являться выработка управляющих воздействий в виде выбора пропорциональных долей входящих в портфель финансовых инструментов, исходя из обеспечения экстремума функционала, определяющего «качество» управления.

В обобщённом виде задачу оптимального управления динамической системой с использованием обратной связи можно сформулировать в следующем виде [6,14]:

Требуется найти оптимальную траекторию управления динамической системой, исходя из условия обеспечения экстремума целевого функционала:

$$J = \int_{t_0}^{t_1} I(X, U, t) dt + F(X_1, t_1) \Rightarrow \underset{U(t, \hat{X}(t))}{\text{extremum}} \quad (7.2.17)$$

при условии описания динамики системы в виде векторно-матричного дифференциального уравнения вида:

$$\dot{X} = f[X, U(\hat{X}(t)), t] \quad (7.2.18)$$

начальных условиях:

$$t_0, \quad X(t_0) = X_0 \quad (7.2.19)$$

и ограничениях на управление в виде:

$$\{U[(t), \hat{X}(t)]\} \in U \quad (7.2.20).$$

Подобная задача поиска управления  $U[(t), \hat{X}(t)]$ , исходя из условия экстремума функционала (7.2.17) при ограничениях (7.2.18–7.2.20), называется задачей синтеза оптимального управления с обратной связью.

Блок-схему системы оптимального управления динамической системой (портфелем ценных бумаг) с использованием обратной связи можно представить в следующем виде:

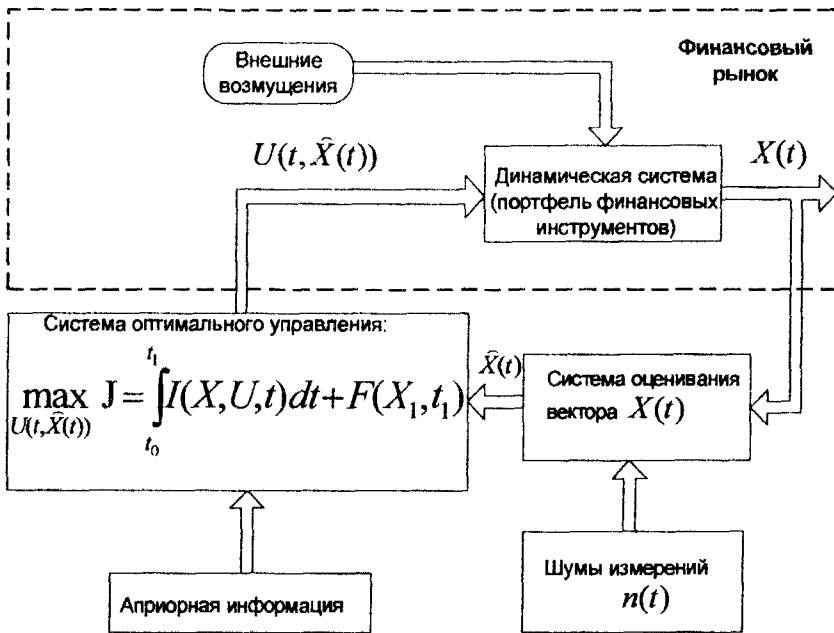


Рис. 7.2. Блок-схема системы оптимального управления динамической системой с использованием обратной связи

Более подробно постановка и решение указанной задачи применительно к финансовому рынку будет рассмотрена ниже в разделе 7.4.

Отметим далее, что решение задачи синтеза оптимального управления с использованием обратной связи является существенно более сложной задачей, чем решение задачи синтеза оптимального управления без использования обратной связи.

Применительно к управлению портфелем финансовых инструментов стратегия управления с использованием обратной связи технически может быть реализована, когда моменты времени принятия управляющих решений и времени поступления информации, на базе которой принимаются управляющие решения, СОВМЕЩЕНЫ. Практически такая ситуация может иметь место, если возможно присутствие на торговой сессии лица, принимающего решения в режиме "on line". Одновременно с этим лицом, принимающее решение, должно успевать в реальном масштабе времени решать задачи синтеза оптимального управления на базе математической модели типа (7.2.17 –7.2.20). Понятно, что на практике этого достигнуть нельзя. Если невозможно принятие управляющих решений в реальном масштабе времени (в основном это происходит из-за сложности решения самой задачи синтеза оптимального управления в реальном масштабе времени), возникает запаздывание. Это выражается в том, что синтезированное оптимальное решение «устаревает», т. к. на момент его фактической реализации рыночная ситуация уже изменяется.

Чтобы исключить указанное «запаздывание», оптимальная траектория решений (управление) должна учитывать также «будущее» развитие событий на финансовом рынке.

### 7.2.5. Оптимальное управление динамической системой с использованием прогнозирования

Задача оптимального управления динамической системой с обратной связью и прогнозированием (упреждением), может быть сформулирована в следующем виде [6,14].

Требуется найти управление  $U[(t), \hat{X}(t + \nabla T)]$ , исходя из обеспечения экстремума функционала:

$$J = \int_{t_0}^{t_1} I(X, U, t) dt + F(X_1, t_1) \Rightarrow \underset{U(t, \hat{X}(t + \nabla T))}{extremum} \quad (7.2.21)$$

при условии изменения динамики состояния системы в виде векторно-матричного дифференциального уравнения:

$$\dot{X} = f[X, U(\hat{X}(t + \nabla T)), t] \quad (7.2.22)$$

начальных условиях:

$$t_0, \quad X(t_0) = X_0 \quad (7.2.23)$$

и ограничениях на управление:

$$\{U[(t), \hat{X}(t + \nabla T)]\} \in U \quad (7.2.24).$$

Выражение (7.2.21) – это функционал, конкретное содержание и вид которого определяется целями управления.

При синтезе закона управления динамической системой с использованием предсказания её состояния на время  $\nabla T$  достигается более высокая эффективность управления (с точки зрения «глубины» экстремума целевого функционала), чем просто оптимальное управление с обратной связью.

Остановимся теперь кратко на вопросе, какой должна быть «глубина» предсказания, и для конкретности будем иметь в виду финансовый рынок.

Ответ на этот вопрос подсказывает как здравый смысл, так и математическая статистика. Глубину предсказания  $\nabla T$ , очевидно, необходимо выбирать таким образом, чтобы прогноз финансового рынка был статистически достоверным. В указанной ситуации найденный закон управления можно будет считать оптимальным, по крайней мере, для отрезка времени  $\nabla T$ .

В разделе 7.4 мы более подробно остановимся на решении задачи синтеза оптимального управления применительно к портфелю финансовых инструментов.

Ниже на рис. 7.3 показана блок-схема задачи оптимального управления портфелем финансовых инструментов с использованием прогнозирования.



**Рис. 7.3.** Система оптимального управления с использованием прогнозирования состояния финансового рынка.



### **7.2.6. Оптимальное управление портфелем финансовых инструментов по замкнутому контуру**

Указанный вид оптимального управления динамической системой является самым эффективным с точки зрения достигаемой «глубины» экстремума целевого функционала и поэтому указанный вид управления представляет собой теоретически возможный предел эффективности управления.

Математическая постановка задачи синтеза оптимального управления с использованием стратегии управления по замкнутому контуру полностью аналогична постановке задачи оптимального управления с использованием обратной связи и предсказания. Разница в постановках задач состоит лишь в том, что текущее управление определяется, исходя из условия предсказания состояния системы на всем временном отрезке от текущего момента времени и до момента времени завершения процесса управления.

Ниже систематически излагается концепция финансового рынка как стохастической дифференциальной системы. Использование указанной концепции позволяет формализовать постановку задачи оптимального управления портфелем финансовых инструментов за счёт того, что в математическом отношении она будет полностью эквивалентна задачам оптимального управления динамическими системами. Это позволит использовать для решения задачи оптимального управления портфелем финансовых инструментов мощные математические методы, развитые в теории оптимального управления.

### **7.3. Финансовый рынок как стохастическая дифференциальная система**

Рассмотренные выше постановки задач оптимального управления показывают, что для того чтобы можно было их решать известными методами [6, 13, 14], математическая модель управляемой системы должна быть представлена в форме дифференциальных (для дискретного времени – разностных) уравнений.

Поэтому главная трудность – это найти способ адекватного описания процессов функционирования финансового рынка с помощью дифференциальных (для дискретного времени - разностных) уравнений. Нами предлагается следующая методология решения указанного вопроса [1,2]:

1) мы полагаем, что процесс функционирования финансового рынка (в статистическом смысле) можно отождествить с реализациями векторного случайного процесса, координатами которого являются локальные случайные процессы изменения котировок (а также других характеристик) обращающихся на рынке финансовых инструментов;

2) в рамках корреляционной теории случайных процессов[26] можно по ретроспективным данным получить (статистическими методами) достоверные оценки корреляционных функций для локальных случайных процессов, с которыми отождествляются обращающиеся на рынке финансовые инструменты, а также получить оценки матрицы корреляционных функций и ковариационной матрицы для финансового рынка в целом.

3) используя известные математические закономерности (взаимно-однозначное соответствие) между параметрами корреляционных функций случайных процессов и соответствующих им дифференциальных (разностных) уравнений, можно синтезировать математическую модель финансового рынка в виде системы дифференциальных (разностных) уравнений.

Синтезированная таким образом стохастическая дифференциальная модель финансового рынка по своей математической форме будет полностью удовлетворять требованиям, накладываемым «теорией оптимального управления», и будет адекватно описывать статистическую природу протекающих на финансовом рынке процессов.

Ниже достаточно подробно рассматриваются этапы синтеза дифференциальной стохастической модели финансового рынка и моделей обращающихся на нём финансовых инструментов.

### **7.3.1. Связь между дифференциальными (разностными) уравнениями и корреляционными функциями случайных процессов**

Для того, чтобы опираться на математические методы теории оптимального управления динамическими системами, надо предварительно показать концептуальную тождественность постановок задач оптимального управления применительно к финансовым и техническим системам. Предварительно покажем, что процессы функционирования таких динамических систем как летательные аппараты, с одной стороны и процессы функционирования финансового рынка, можно адекватно описывать с помощью одних и тех же математических моделей.

Как было отмечено выше, в постановках задач оптимизации для финансового рынка главным пунктом исходных предположений являлось то, что курсы обращающихся на финансовом рынке инструментов (в функции времени) являются реализациями случайных функций (для дискретного времени - случайных последовательностей). Это утверждение, с нашей точки зрения, не может вызвать особых сомнений, так как имеется множество работ [8,9,10,15], подтверждающих указанный факт. С другой стороны, применительно к задаче оптимального управления динамическими системами (например, всевозможными подвижными объектами) в качестве исходных данных для оптимизации должны быть заданы дифференциальные (для дискретного времени - разностные) уравнения для описания динамики объекта (системы).

Для доказательства возможности использования одинаковых математических моделей необходимо показать, каким образом для описания случайных процессов функционирования финансового рынка можно использовать дифференциальные (разностные) уравнения.

Возможность подобного описания применительно к финансовому рынку вытекает из следующих рассуждений.

Рассмотрим предварительно в концептуальном плане дифференциальные (для дискретного времени - разностные) уравнения,

описывающие динамику изменения состояния подвижного объекта. Что конкретно они могут описывать? Они могут описывать [14] динамику изменения угловых и/или траекторных координат как реакцию на возмущающие или управляющие воздействия в правой части соответствующих уравнений. Значение координат подвижного объекта на траектории ОБЪЕКТИВНО является случайным процессом (случайной функцией времени) [13,14]. Этот факт учитывается в математических моделях подвижных объектов в виде задания случайных функций времени (по физическому смыслу это траекторные возмущения и/или управления) в правой части соответствующих дифференциальных (разностных) уравнений динамики. Решением указанных дифференциальных уравнений с правой частью являются случайные процессы изменения координат подвижного объекта на траектории.

*Таким образом, дифференциальные (разностные) уравнения являются математическими моделями динамических систем и их решения описывают СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ.*

В рамках корреляционной теории случайных процессов [26] и применительно к линейным дифференциальным (разностным) уравнениям, УСТАНОВЛЕНЫ СВЯЗИ между структурой, порядком и коэффициентами дифференциальных (разностных) уравнений, в правой части которых присутствует случайный процесс белого шума – с одной стороны, и структурой и параметрами КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ решений указанных уравнений – с другой стороны. Например, дифференциальные уравнения 1-го и 2-го порядка, описывают случайные процессы с корреляционными функциями следующих видов [25]:

Дифференциальное уравнение 1-го порядка:

$$\dot{X} + a X = V(t) \quad (7.3.1)$$

описывает случайный процесс с корреляционной функцией вида:

$$K(t) = \sigma_x^2 \cdot \exp(-a|t|) \quad (7.3.2),$$

где:

$$\sigma_x^2 = \frac{\pi \cdot \sigma_V^2}{\alpha}$$

и  $\sigma_V^2$  - является дисперсией возбуждающего случайного процесса типа белого шума.

Дифференциальное уравнение 2-го порядка вида:

$$\frac{d^2 X}{dt^2} + 2h \frac{dX}{dt} + k^2 X = V(t) \quad (7.3.3)$$

в зависимости от корней своего характеристического уравнения имеет различные типы корреляционных функций своих решений. Например, в случае комплексно-сопряжённых корней характеристического уравнения соответствующая корреляционная функция решения дифференциального уравнения (7.3.3) будет иметь вид:

$$K(\tau) = \sigma_x^2 \cdot \exp(-h|\tau|) \cdot \left( \cos \beta \tau + \frac{h}{\beta} \cdot \sin \beta |\tau| \right) \quad (7.3.4),$$

где учтены обозначения  $k^2 - h^2 = \beta^2$  (при  $k > h$ ) и

$$\sigma_x^2 = \frac{\pi \cdot \sigma_V^2}{2h(\beta^2 + h^2)}, \text{ при этом } \sigma_V^2 - \text{ дисперсия возбуждающего}$$

процесса типа белого шума в правой части дифференциального

уравнения 7.3.4, а  $\sigma_x^2$  - дисперсия выходного случайного процесса  $X(t)$ .

Для линейных дифференциальных (разностных) уравнений более высокого порядка (выше 2 - го), аналитические связи между коэффициентами дифференциальных (разностных) уравнений и структурой и параметрами корреляционных функций будут более сложными. Однако современная теория[4] также позволяет установить указанные зависимости.

Отметим далее, что дифференциальные (разностные) уравнения, возбуждаемые на входе (т. е. в правой части) случайными процессами типа белого шума и генерирующие на выходе статистически окрашенный случайный процесс, являющийся решением указанных уравнений, называются **ФОРМИРУЮЩИМИ ФИЛЬТРАМИ**[4,5].

*В концептуальном плане наличие однозначного соответствия между дифференциальными (разностными) уравнениями с одной стороны, и статистическими свойствами генерируемых ими случайных процессов - с другой стороны, является чрезвычайно важным.*

*Указанное соответствие открывает путь построения модели функционирования финансового рынка, как стохастической дифференциальной системы. Математической моделью подобной системы могут служить формирующие фильтры в виде дифференциальные и разностных уравнений.*

С математической точки зрения модели функционирования финансового рынка (формирующие фильтры) и модели технических динамических систем (дифференциальные уравнения) будут совершенно одинаковыми по своей форме.

Именно это последнее обстоятельство позволяет распространить для финансового рынка мощные математические методы оптимального управления, развитые применительно к техническим динамическим системам.

### 7.3.2. Математические модели финансового рынка в виде дифференциальных и разностных уравнений

Известно [8,9,10,15], что процесс функционирования финансового рынка имеет выраженную статистическую природу. В силу этого возможно проведение статистических исследований рынка, например, в рамках корреляционной теории случайных процессов.

Корреляционная теория случайных процессов[26] позволяет описывать статистические свойства процессов с помощью моментных характеристик, главными из которых (применительно к скалярным случайным процессам) являются начальный момент 1-го порядка – математическое ожидание, центральный момент 2-го порядка – дисперсия, автоковариационная функция случайного процесса и взаимно–ковариационная функция между различными скалярными процессами. В случае гауссовского закона распределения случайного процесса указанные моментные характеристики полностью определяют его вероятностные свойства. Важность корреляционной теории состоит также в том, что все случайные процессы с той или иной степенью точности могут быть аппроксимированы через гауссовские процессы[4,14] и, следовательно, выводы корреляционной теории будут справедливы для любых случайных процессов.

Таким образом, путь построения математических моделей случайных процессов, с которыми отождествляется статистическая динамика финансового рынка, может состоять в следующем:

- любыми известными статистическими методами необходимо получить оценки математических ожиданий, автоковариационных и взаимно-ковариационных функций для всех (или же наиболее значимых) инструментов финансового рынка;

- построить дифференциальные (разностные) уравнения, т.е. *формирующие фильтры*, генерирующие случайные процессы в соответствии с полученными оценками ковариационных функций.

Примечание. Теория и практика статистического исследования временных рядов[28] показывает, что для построения их моделей достаточно ограничиться дифференциальными (разностными) уравнениями формирующих фильтров не выше 2-го порядка. Это означает, что определяются оценки корреляционных функций исследуемых случайных процессов, имеющих структуру типа (7.3.2, 7.3.4).

С учётом того, что поведение финансового рынка в динамике может быть описано с помощью дифференциальных (для дискретного времени - разностных) уравнений формирующих фильтров, возбуждаемых в правой части случайными процессами типа белого шума, приходим к тому, что модель финансового рынка в точности соответствует понятию стохастической дифференциальной системы[4].

Далее мы будем рассматривать только автономные стохастические дифференциальные системы, т. е. системы, коэффициенты дифференциальных (разностных) уравнений которых не зависят от времени.

### ***Математическая модель финансового рынка в непрерывном времени***

Математическая модель финансового рынка может быть представлена в виде векторно-матричного дифференциального уравнения вида:

$$\dot{X} = AX + B \cdot m_x(t) + V(t) \quad (7.3.5),$$

которое может быть решено при начальном условии:

$$X = X(t_0) \text{ при } t = t_0,$$

где:



- вектор  $X$  размерности  $(N \times 1)$  по терминологии, принятой в теории управления динамическими системами [14], описывает «состояние» динамической системы и в этом смысле может быть назван вектором состояния финансового рынка;

- матрица коэффициентов  $A$  дифференциального уравнения (7.3.5) имеет размерность  $(N \times N)$ ;

- матрица коэффициентов  $B$  имеет размерность  $(N \times N)$ , и её структура и значения коэффициентов выбираются таким образом, чтобы обеспечить условие астатизма воспроизведения векторной функции  $m_X(t)$ ;

$m_X(t)$  - векторная функция, соответствующая математическому ожиданию векторного случайного процесса  $X(t)$ ;

$V(t)$  - векторный случайный процесс белого шума (т. е. некоррелированный случайный процесс, имеющий корреляционную функцию в виде дельта-функции Дирака) с математическим ожиданием, равным нулю.

Известно [4,14,26], что векторное дифференциальное уравнение типа (7.3.5) эквивалентно системе скалярных дифференциальных уравнений. Применительно к обращению на рынке  $M$  финансовых инструментов соответствующее векторное дифференциальное уравнение можно представить в виде системы дифференциальных уравнений:

$$\frac{dX_{i,j,k}}{dt} = \sum_{k=1}^N A_{i,j,k} \cdot X_{i,j,k} + b_{i,j} \cdot m_{i,j} + V_{i,j} \quad (7.3.6)$$

при начальных условиях:

$$X_{i,j,k} = X_{i,j,k}(t_0) \quad \text{при } t=t_0 \quad (7.3.7),$$

где:

$i=1, \dots, M$  - порядковый номер финансового инструмента, обращающегося на финансовом рынке;

$j=1, \dots, L$  - порядковый номер производной соответствующего случайного процесса;

$N=M+L$ ;

$X_{i,j,k}$  - случайный процесс, например, случайное значение текущей доходности  $i$ -го финансового инструмента или же значение его  $j$ -й производной;

Из выражения (7.3.6) видно, что каждый  $i$ -й финансовый инструмент описывается системой, состоящей из  $j$  дифференциальных уравнений 1-го порядка. Это объясняется тем, что фактически каждому  $i$ -му финансовому инструменту соответствует дифференциальное уравнение формирующего фильтра порядка  $L$ . Вместе с тем в канонической форме Коши дифференциальное уравнение порядка  $L$  может быть представлено как система, состоящая из  $L$  дифференциальных уравнений первого порядка. С учетом того, что общее число обращающихся на рынке финансовых инструментов мы приняли равным  $M$ , общая размерность  $N$  системы (7.3.6) равна  $N=M+L$ .

Дифференциальное уравнение вида (7.3.5) и соответствующая ему система (7.3.6), с учетом того факта, что в правой части указанных уравнений присутствует случайный процесс белого шума, называются стохастическими дифференциальными уравнениями[4].

Известно[3,14], что решение матричного дифференциального уравнения (7.3.5) с правой частью будет иметь вид:

$$\begin{aligned}
 X(t) = e^{A(t-t_0)} \cdot X(t_0) + \int_{t_0}^t e^{A(t-\tau)} \cdot B \cdot m_X(\tau) \cdot d\tau + \\
 + \int_{t_0}^t e^{A(t-\tau)} \cdot V(\tau) \cdot d\tau
 \end{aligned}
 \tag{7.3.8},$$

где  $e^{A(t-t_0)}$  - фундаментальная матрица решений дифференциального уравнения (7.3.5) в виде матричной экспоненты.

Переходя к математическим ожиданиям и учитывая, что математическое ожидание белого шума равно нулю, формула для вычисления математического ожидания векторного случайного процесса  $X(t)$ , являющегося решением дифференциального уравнения (7.3.5), будет иметь вид:

$$m(t) = e^{A(t-t_0)} \cdot m(t_0) + \int_{t_0}^t e^{A(t-\tau)} \cdot B \cdot m_x(\tau) \cdot d\tau \quad (7.3.9).$$

Применительно к математическому ожиданию этот результат почти очевиден, т. к. по условию в правой части дифференциального уравнения (7.3.5) фигурирует математическое ожидание процесса  $X(t)$ . Однако существенно бóльшие трудности возникают при вычислении ковариационной функции случайного процесса  $X(t)$  через выражение (7.3.8), определяющее решение дифференциального уравнения (7.3.5). Все сложности начинаются с того, что в этом случае необходимо знать фундаментальное решение дифференциального уравнения (7.3.5) без правой части, т. е. необходимо знать фундаментальное решение однородного дифференциального уравнения вида:

$$\dot{X} = AX \quad (7.3.10)$$

при начальных условиях

$$X = X(t_0) \text{ при } t = t_0 \quad (7.3.11).$$

В общем случае найти фундаментальное решение уравнения (7.3.10) достаточно трудно. Поэтому, в рамках корреляционной теории для нахождения моментов первого и второго порядка (указанный подход можно распространить для моментов любого по-

рядка) используют подход, связанный с решением дифференциальных уравнений для моментов.

Учитывая всё сказанное выше о модели финансового рынка как стохастической дифференциальной системы, на него полностью распространяются все результаты теории стохастических дифференциальных систем[4]. Поэтому ниже приводится[4] сводка окончательных результатов в виде дифференциальных уравнений для моментов векторного случайного процесса:

*Дифференциальное уравнение для математического ожидания вектора состояния финансового рынка:*

$$\dot{m} = A \cdot m + B \cdot m_x \quad (7.3.12)$$

при начальном условии

$$m = m(t_0) \text{ при } t = t_0, \quad (7.3.13)$$

По условиям формирования модели рынка (7.3.5) и при условии равенства матриц  $A=B$ , получим установившееся решение уравнения (7.3.12) в виде:

$$m = m_x \quad (7.3.14)$$

*Дифференциальное уравнение для ковариационной матрицы:*

$$\dot{K} = AK + KA^T + Q \quad (7.3.15)$$

начальное условие:

$$K(t_0) = K_0,$$

где:

$Q$  - ковариационная матрица возбуждающего процесса типа белого шума в правой части дифференциального уравнения (7.3.5);

$A$  - матрица коэффициентов дифференциального уравнения (7.3.5);

$K(t)$  - ковариационная матрица имеет структуру:

$$K_X(t) = K_X(t, t) = \begin{bmatrix} K_{1,1}(t) & K_{1,2}(t) & \dots & K_{1,N}(t) \\ K_{2,1}(t) & K_{2,2}(t) & \dots & K_{2,N}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ K_{N,1}(t) & K_{N,2}(t) & \dots & K_{N,N}(t) \end{bmatrix} \quad (7.3.16),$$

где:

$$K_{h,p}(t) = M[X_h^0(t) \cdot X_p^0(t)] \quad (h, p = 1, 2, \dots, N) \quad (7.3.17).$$

$$X_k^0(t) = X_k(t) - m_k(t), \quad m_k(t) = M[X_k(t)] \quad (k = 1, \dots, N)$$

*Дифференциальное уравнение для начального момента второго порядка:*

$$\dot{G} = AG + GA^T + Q + (Bm_X) \cdot m_X^T + m_X \cdot (Bm_X)^T \quad (7.3.18)$$

Матрица  $G(t)$  имеет структуру:

$$G(t) = K_X(t) + m_X(t) \cdot m_X(t)^T \quad (7.3.19).$$

Интегрируя дифференциальное уравнение (7.3.18) после дифференциального уравнения (7.3.12), определяющего вектор математического ожидания векторного случайного процесса  $X(t)$ , при начальном условии:

$$G(t_0) = G_0 = K_0 + m_0 m_0^T,$$

можно вычислить начальный момент второго порядка вектора состояния финансового рынка  $X(t)$ .

*Дифференциальное уравнение в частных производных для матрицы ковариационных функций (ковариационная функция векторного случайного процесса):*

$$\frac{dK_X(t_1, t_2)}{dt_2} = K_X(t_1, t_2) A(t_2)^T \quad (7.3.20).$$

Начальное условие для уравнения (7.3.20) имеет вид  $K_X(t_1, t_1) = K_X(t_1)$ , при этом матрица корреляционных функций имеет структуру:

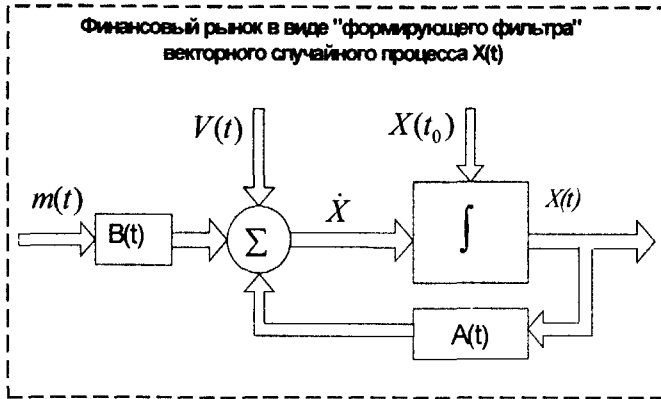
$$K_X(t_1, t_2) = \begin{bmatrix} K_{1,1}(t_1, t_2) & K_{1,2}(t_1, t_2) & \dots & K_{1,N}(t_1, t_2) \\ K_{2,1}(t_1, t_2) & K_{2,2}(t_1, t_2) & \dots & K_{2,N}(t_1, t_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ K_{N,1}(t_1, t_2) & K_{N,2}(t_1, t_2) & \dots & K_{N,N}(t_1, t_2) \end{bmatrix} \quad (7.3.21),$$

где:

$$K_{h,p}(t_1, t_2) = M[X_h^0(t_1) \cdot X_p^0(t_2)] \quad (h, p = 1, 2, \dots, N) \quad (7.3.22).$$

$$X_k^0(t) = X_k(t) - m_k(t), \quad m_k(t) = M[X_k(t)] \quad (k = 1, \dots, N)$$

Ниже на рис. 7.4 представлена математическая модель финансового рынка в непрерывном времени в виде формирующего фильтра случайного процесса  $X(t)$  в соответствии с дифференциальным уравнением (7.3.5).



**Рис. 7.4** Блок-схема математической модели финансового рынка в непрерывном времени.

### *Математическая модель финансового рынка в дискретном времени*

Рассмотрим далее модели финансового рынка в дискретном времени. Для этого рассмотрим векторно-матричное дифференциальное уравнение(7.3.5).

Связь между значениями вектора состояния финансового рынка для двух следующих друг за другом моментов времени вытекает из формулы для общего решения дифференциального уравнения (7.3.5). В указанной формуле через  $\Phi$  обозначена переходная матрица для матрицы  $A$  в уравнении (7.3.5). Для двух следующих друг за другом моментов времени будем иметь:

$$X(t_{i+1}) = \Phi(t_{i+1}, t_i)X(t_i) + \int_{t_i}^{t_{i+1}} \Phi(t_{i+1}, \tau)[B(\tau)U(\tau) + V(\tau)]d\tau \quad (7.3.23)$$

Управляющее воздействие будем считать кусочно-постоянным, т.е.:

$$U(t) = U(t_i), \quad t_i \leq t \leq t_{i+1} \quad (7.3.24)$$

В целях упрощения обозначений примем следующее. Моменты времени  $t_i$  будут нумероваться целыми числами "i". Таким образом,

$$\begin{aligned} X(t_i) &\equiv X(i), \\ \Phi(t_{i+1}, t_i) &\equiv \Phi(i+1, i) \end{aligned} \quad (7.3.25).$$

Положим далее

$$\Phi(i+1, i) \equiv A(i) \quad (7.3.26).$$

Из свойств переходной матрицы следует, что  $A(i)$  всегда не вырождена.

При кусочно-постоянном управляющем воздействии можно вынести  $U(t_i) = U(i)$  из-под знака интеграла в выражении (7.3.23) и положить:

$$B(i) = \int_{t_i}^{t_{i+1}} \Phi(t_{i+1}, \tau) B(\tau) U(\tau) d(\tau) \quad (7.3.27).$$

Дискретный аналог возбуждающего случайного процесса в правой части дифференциального уравнения (7.3.5) может быть получен, если положить:

$$V(i) = \int_{t_i}^{t_{i+1}} \Phi(t_{i+1}, \tau) V(\tau) d(\tau) \quad (7.3.28).$$

Из полученных соотношений (7.3.23-7.3.28) вытекает дискретный вариант непрерывной модели финансового рынка в виде:

$$X(i+1) = A(i)X(i) + B(i)U(i) + V(i) \quad (7.3.29).$$



Выражение (7.3.29) является разностным уравнением формирующего фильтра и является дискретным аналогом дифференциального уравнения (7.3.5). Это уравнение описывает процесс функционирования финансового рынка в дискретном времени.

### **7.3.3. Синтез конкретных моделей финансового рынка**

При построении математической модели финансового рынка [1] будем полагать что:

- процесс функционирования финансового рынка целиком определяется через обращающиеся на рынке базовые активы (ценные бумаги и основные мировые валюты);
- осуществляется регулярная котировка курсов всех инструментов финансового рынка и обеспечена 100 % ликвидность соответствующих финансовых инструментов;
- изменения курсов (котировок) базовых финансовых инструментов при их рассмотрении в функции времени являются реализациями случайных процессов (случайных последовательностей).

Если рассматривать множество обращающихся на финансовом рынке инструментов, каждый из которых представлен собственным случайным процессом, то результирующий процесс, характеризующий рынок в целом, будет векторным. В указанной ситуации координатами этого векторного процесса будут являться локальные случайные процессы котировок отдельных финансовых инструментов.

Подобный подход открывает путь построения статистической модели финансового рынка и последующего использования математических методов теории оптимального управления для синтеза оптимальных стратегий инвестирования и биржевых спекуляций.

Отметим, что при построении соответствующих моделей в рамках рассматриваемой нами статистической концепции функционирования рынка, мы не будем делать различий между спотовым и

срочным рынком. Это связано с тем, что для нас важен лишь сам факт регулярных котировок финансовых инструментов и совершенно безразличны любые другие их атрибуты.

Для простоты изложения мы ограничимся рассмотрением лишь линейной модели финансового рынка и обращающихся на нём инструментов в виде систем линейных дифференциальных и разностных уравнений. Синтез математической модели будем осуществлять в рамках корреляционной теории случайных процессов.

Путь построения конкретных математических моделей финансового рынка может состоять в следующем [1]:

*1. Предварительно должны проводиться статистические исследования рынка, результатом проведения которых должно являться:*

*1.1 Получение оценок автоковариационных функций отдельных финансовых инструментов.*

*1.2 Оценки смешанных моментов (взаимно-ковариационных функций) для различных финансовых инструментов.*

*1.3 Оценки для функций математических ожиданий рассматриваемых случайных процессов.*

*2. На основе полученных оценок моментных характеристик случайных процессов необходимо идентифицировать параметры соответствующих дифференциальных (для дискретного времени - разностных) уравнений формирующих фильтров, которые в статистическом смысле будут описывать изменение вектора состояния финансового рынка.*

При построении соответствующих моделей финансового рынка и обращающихся на нём финансовых инструментов наиболее удобно в качестве случайных координат вектора состояния рынка рассматривать ЭФФЕКТИВНОСТИ обращающихся на нём инструментов, а также возможно их производные до 2-го порядка включительно. Понятие эффективности (доходности) финансовых инструментов мы ранее подробно рассматривали в разделе 6 книги. Здесь мы ограничимся напоминанием основных моментов.

Понятия эффективности (доходности) финансовых инструментов является базовым, и оно должно вводиться для любых инструментов, обращающихся на том или ином рынке. Формула для оценки эффективности, как отмечалось ранее, имеет вид:

$$R(i, \nabla t) = \frac{[C(i, t_2) - C(i, t_1)]}{C(i, t_1)} \quad (7.3.30),$$

где:  $\nabla t = t_2 - t_1$  - интервал времени, за который оценивается эффективность финансового инструмента;

$R(i, \nabla t)$  - эффективность  $i$ -го финансового инструмента за время  $\nabla t = t_2 - t_1$ ;

$C(i, t_2)$  - денежный эквивалент  $i$ -го финансового инструмента к моменту окончания рассматриваемого периода;

$C(i, t_1)$  - денежный эквивалент  $i$ -го финансового инструмента на начало рассматриваемого периода.

По экономическому смыслу эффективность финансового инструмента (7.3.30) определяет относительную скорость роста каждого рубля (или другой единицы валюты), вложенного в соответствующий финансовый инструмент. Существуют также другие модификации формулы (7.3.30), когда эффективность может быть выражена в процентах или же процентах годовых. Очевидно, что численные значения эффективности, определяемые формулой (7.3.30), а также производные эффективности вплоть до 2 - го порядка включительно также являются случайными процессами (случайными последовательностями).

Ниже кратко рассматриваются примеры построения стохастических моделей отдельных финансовых инструментов и рынка в целом.

**Пример 1.** Требуется построить математическую модель для акций РАО ЕЭС России в виде разностного уравнения 1-го порядка, описывающего случайный процесс изменения эффективности

указанной акции (по средневзвешенным ценам). При построении модели использовать результаты статистических исследований, представленных на рис. 7.5.

**Решение.** На рис. 7.5 приведены реализации случайного процесса эффективности (по средневзвешенным ценам) для акций РАО ЕЭС и, соответственно, тренд эффективности (функция математического ожидания эффективности).

На рис. 7.6 представлены оценки выборочной автоковариационной функции эффективности (по результатам статистической обработки первичного процесса эффективности - см. рис. 7.5), а также её аппроксимация с помощью автоковариационной функции динамического звена первого порядка. В качестве критерия «близости» аппроксимации принято совпадение значений соответствующих автоковариационных функций при единичном сдвиге.



**Рис. 7.5.** Эффективность (доходность) акций ЕЭС (по средневзвешенным ценам)

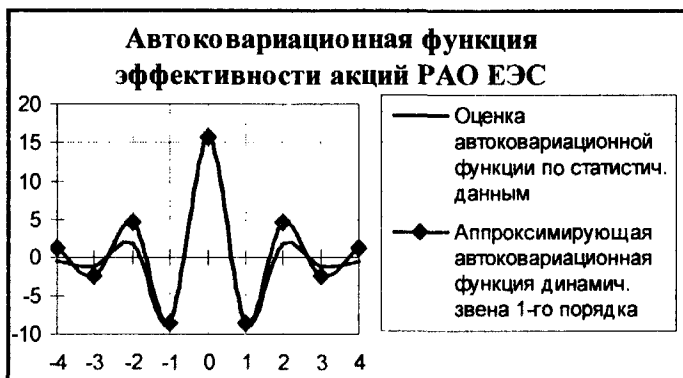


Рис. 7.6. Автоковариационная функция эффективности акций РАО ЕЭС.

Из рисунка 7.6 легко видеть, что выражение для аппроксимирующей автоковариационной функции (динамического звена 1-го порядка) может быть представлено в виде:

$$K_X[n] = D_X \cdot \phi_1^{|n|}, \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \pm \infty \quad (7.3.31),$$

где:  $D_X$  - дисперсия эффективности (значение автоковариационной функции при нулевом сдвиге).

С учетом известных результатов теории [28] указанному выражению (7.3.31) для автоковариационной функции соответствует разностное уравнение 1-го порядка:

$$X[i+1] = \phi_1 \cdot X[i] + V[i] \quad (7.3.32),$$

где:  $\phi_1$  - переходный коэффициент, значение которого определяется как отношение автоковариационной функции при единичном сдвиге (см. рис. 7.6) к дисперсии  $D_X$  процесса. В рассматриваемом случае в выражениях (7.3.31) и (7.3.32)  $\phi_1 \approx -0,55$ . Слагаемое  $V[i]$  в выражении (7.3.32) - это возбуждающая случайная последовательность «белого» шума с нулевым математическим ожиданием и дисперсией, равной  $D_V = D_X(1 - \phi_1^2)$ . Решением

разностного уравнения (7.3.32) будет случайный процесс с автоковариационной функцией вида (7.3.31).

В общем случае математическое ожидание эффективности (тренд эффективности) может являться ненулевой функцией времени. Тогда для оценивания тренда можно использовать различные низкочастотные математические фильтры, например, различные операторы авторегрессии-скользящего среднего, фильтры Калмана, наблюдатели Луэнбергера, Хаддля [6] и т. п. Указанные математические фильтры при специальном подборе их параметров могут обеспечить получение несмещенных текущих оценок математического ожидания (в функции времени) с минимальной среднеквадратической ошибкой. Попутно отметим, что самую высокую точность оценивания обеспечивают фильтры Калмана.

С учетом сказанного, разностное уравнение (7.3.32) можно уточнить для случая ненулевого математического ожидания в виде:

$$X[i+1] = \phi_1 \cdot X[i] + (1 - \phi_1) \cdot m_x[i] + V[i] \quad (7.3.33),$$

где:  $m_x[i]$  - текущая оценка математического ожидания, получаемая с помощью тех или иных низкочастотных математических фильтров, параметры которых должны быть настроены исходя из условия обеспечения минимума среднеквадратической ошибки оценивания.

Разностное уравнение (7.3.33) будет определять случайный процесс с ненулевым математическим ожиданием, при этом центрированный (относительно математического ожидания) случайный процесс будет иметь автоковариационную функцию вида (7.3.31). На этом рассмотрение примера можно закончить.

Прежде, чем рассматривать конкретные модели для финансового рынка, уточним ранее полученные в разделе 7.2.2 математические модели.

Как отмечалось нами ранее в разделе 7.2.2, в рамках корреляционной теории случайных процессов математической моделью финансового рынка может служить векторно-матричное дифференциальное уравнение формирующего фильтра в виде:

$$\dot{X} = AX + Bm_x(t) + V(t), \quad (7.3.34),$$

при начальных условиях:

$$X=X(t_0) \text{ при } t=t_0, \quad (7.3.35),$$

где: - вектор-столбец « $X$ » размерности “ $N \times 1$ ” по терминологии, принятой в теории управления динамическими системами [14], описывает «состояние» динамической системы;

- матрицы « $A$ » и « $B$ » коэффициентов дифференциального уравнения (7.3.34) соответствующих размерностей;

-  $m_x(t)$  - векторная функция, соответствующая математическому ожиданию векторного случайного процесса  $X(t)$ ;

-  $V(t)$  - векторный гауссовский случайный процесс «белого» шума (т. е. случайный процесс, имеющий корреляционную функцию в виде дельта-функции Дирака) с математическим ожиданием, равным нулю.

Векторно-матричное *разностное* уравнение, описывающее процесс функционирования финансового рынка в дискретном времени с учётом результатов раздела 7.2.2 может быть представлено в виде:

$$X(i+1) = A(i)X(i) + B(i)m(i) + V(i) \quad (7.3.36),$$

где:  $X(i)$  - вектор состояния (эффективности) рынка размерности ( $N \times 1$ );

$A(i)$ ,  $B(i)$  - квадратные матрицы размерности ( $N \times N$ ),  $m(i)$  - вектор математического ожидания случайного процесса  $X(i)$  размерности ( $N \times 1$ );

$V[i]$  - возбуждающая гауссовская случайная последовательность векторов размерности ( $N \times 1$ ), при этом  $M[V(i)] =$

$= 0$ ,  $M[V(i)V^T(m)] = Q(i)\delta_{im}$ ,  $Q(i)$  - квадратная матрица интенсивности возбуждающей случайной последовательности размерности ( $N \times N$ ), при этом указанная последовательность является чисто случайной,

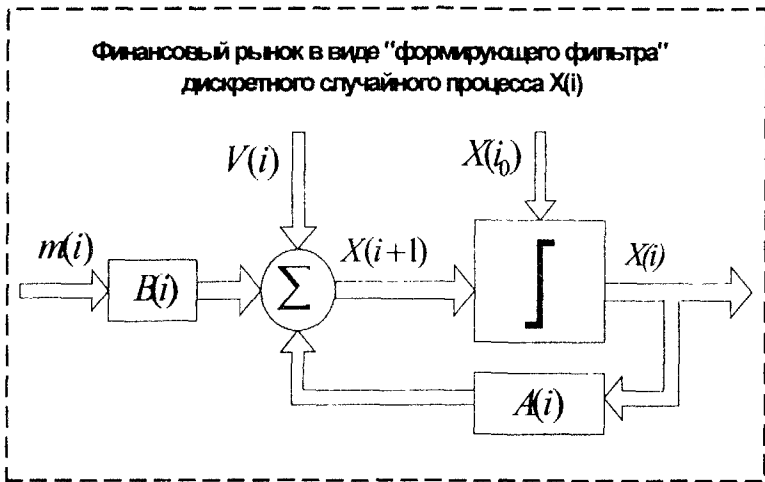
т. е.  $\delta_{i,m}$  - символ Кронекера ( $\delta_{i,m} = 1$  при  $i=m$  и  $\delta_{i,m} = 0$  при  $i \neq m$ ).

Разностное уравнение для ковариационной матрицы векторной случайной последовательности, описываемой уравнением (7.3.36), будет иметь вид [5,14]:

$$P(i+1) = A(i)P(i)A(i)^T + Q(i) \quad (7.3.37),$$

где  $P(i)$  - ковариационная матрица случайного процесса  $X[i]$  имеет размерность  $(N \times N)$ , при этом остальные обозначения в уравнении (7.3.37) аналогичны обозначениям для уравнения (7.3.36).

Структурная схема математической модели финансового рынка в дискретном времени, с учётом разностного уравнения (7.3.36), представлена ниже на рис. 7.7 в виде блок-схемы:



**Рис. 7.7.** Математическая модель финансового рынка в дискретном времени в виде формирующего фильтра векторного случайного процесса.



Приведённых выше сведений вполне достаточно для синтеза конкретной стохастической модели финансового рынка. Покажем это на следующем примере.

**Пример 2.** По результатам предварительных статистических исследований оценены элементы ковариационной матрицы  $P(i, i)$  и той же ковариационной матрицы  $P(i+1, i)$  при единичном сдвиге.

Требуется синтезировать дифференциальную стохастическую модель рынка в виде векторно-матричного разностного уравнения (формирующего фильтра).

#### Некоторые замечания.

1. Для упрощения рассматриваемого примера будем полагать, что вектор  $m(i)=0$  (в 7.3.36), при этом процесс  $X(i)$  является стационарным. Это означает, что матрицы  $A(i)=A=Const$ , и  $Q(i)=Q=Const$  (см. 7.3.36, 7.3.37).

2. На главной диагонали ковариационной матрицы  $P(i)$  расположены дисперсии компонент векторного случайного процесса  $X(i)$ , а другими элементами ковариационной матрицы являются смешанные моменты, определяющие ковариации между различными финансовыми инструментами, обращающимися на рынке.

Понятие «единичного сдвига» при оценивании элементов ковариационной матрицы эквивалентно единичному сдвигу при оценивании автоковариационной функции (см. «пример 1», рис. 7.3.2), только указанное понятие распространяется для всех элементов ковариационной матрицы.

**Решение.** Из уравнения (7.3.36) видно, что соответствующая стохастическая модель рынка определяется параметрами соответствующего разностного уравнения, а именно структурой и параметрами переходной матрицы  $A(i)$  и интенсивностью возбуждающего случайного процесса  $V(i)$  (т. е. структурой и параметрами матрицы  $Q(i)$  в уравнении 7.3.37). Поэтому процесс синтеза математической модели рынка сводится к синтезу структуры и параметров соответствующих матриц. Известно [4,5], что матрица

$A(i)=A$  в уравнении (7.3.36) формирующего фильтра марковского векторного случайного процесса может быть вычислена из выражения:

$$A(i) = P(i + 1, i)P^{-1}(i, i) \quad (7.3.38).$$

Подставляя в выражение (7.3.38) ковариационные матрицы  $P(i+1, i)$  и  $P(i, i)$ , оцененные по результатам предварительных статистических исследований, однозначно определим структуру и параметры переходной матрицы  $A(i)=A=Const$  в модели (7.3.36). Структуру и параметры матрицы  $Q(i)=Q=Const$  определим из решения разностного уравнения (7.3.37). Указанное уравнение в установленном состоянии (когда матрица  $P(i+1)=P(i)$ ) сводится к алгебраическому матричному уравнению в виде:

$$P = AP A^T + Q \quad (7.3.39),$$

где матрица «A» может быть получена из выражения (7.3.38), а ковариационная матрица  $P=P(i, i)$  является результатом предварительных исследований (задается исходными данными). Из выражения (7.3.39) легко определить единственную неизвестную матрицу  $Q$ , на чём решение задачи синтеза дискретной математической модели финансового рынка можно считать завершённым.

## 7.4. Оптимальное стохастическое управление портфелем финансовых инструментов

### 7.4.1 Основная решаемая задача

Финансовый рынок (рынок ценных бумаг, международный валютный рынок - FOREX, кредитно-депозитный рынок) является объективной экономической средой, которая предоставляет её участникам некоторые потенциальные возможности для извлечения прибыли.

В связи с этим, всегда будет актуальной задача - как извлечь потенциально возможную прибыль, которую объективно предоставляет рынок?

Достаточно полное решение указанной выше задачи, с помощью методов кибернетики и теории оптимального управления [2,4,6,14], приводится ниже.

#### 7.4.2. Стратегия инвестиций - как ее выбрать?

Предварительно рассмотрим концепцию решения задачи извлечения потенциально возможной для финансового рынка прибыли.

Под стратегией инвестиций (стратегией спекуляций) везде далее будем понимать последовательность решений инвестора (спекулянта) о вложении денежных средств в те или иные финансовые инструменты (ценные бумаги, основные мировые валюты). Указанную последовательность решений инвестора будем рассматривать на некотором отрезке времени от начала его инвестиционной (спекулятивной) деятельности и до момента её завершения в конце планируемого периода (например, в конце квартала, года). Очевидно, что выбранная инвестором последовательность инвестиционных решений определяет результативность его инвестиционной (спекулятивной) деятельности.

С учетом сказанного, определим далее цель экономической деятельности инвестора в следующем виде:

*На некотором отрезке времени от начала планируемого периода и до момента его завершения требуется найти такую динамическую последовательность принимаемых решений по инвестированию денег в финансовые инструменты (ценные бумаги, валюты), при реализации которой извлекалась бы максимально возможная (потенциальная) для финансового рынка прибыль. Это означает, что не должно существовать никаких других вариантов вложения денег, которые бы принесли более высокую прибыль, чем найденная последовательность инвестиционных решений.*

В терминах вариационного исчисления это означает, что искомая стратегия инвестирования должна являться экстремалью финансового рынка. Указанная инвестиционная стратегия, в случае если удастся её синтезировать, должна давать однозначный ответ - в каких пропорциональных долях, в какие финансовые инструменты и в какие моменты времени необходимо инвестору вкладывать деньги. Инвестиционная стратегия, таким образом, представляет собой алгоритм принятия оптимальных инвестиционных решений или, что одно и то же, алгоритм оптимального управления портфелем финансовых инструментов.

Будем далее рассматривать в качестве критерия оптимальности решаемой задачи некоторый интегральный функционал, в котором суммируются эффективности обращающихся на рынке финансовых инструментов. Почему эффективности, а не что-либо иное? Это становится очевидным, если вспомнить, что эффективность финансового инструмента по экономическому смыслу отражает скорость роста каждого рубля (или другой базовой валюты), вложенного в соответствующий финансовый инструмент. С учетом сказанного вполне очевидным и понятным на интуитивном уровне алгоритмом, позволяющим максимизировать прибыль инвестора, будет алгоритм, когда денежные средства на каждом шаге принятия решений будут инвестироваться только в финансовые инструменты с максимальной прогнозируемой скоростью их роста (эффективностью). В соответствии с указанным алгоритмом можно ожидать, что указанные финансовые инструменты, если их заранее включить в портфель на каждом шаге принятия решений, дадут наибольшее суммарное приращение стоимости портфеля по сравнению с любыми другими вариантами инвестиций. С учетом фактора ликвидности обращающихся на рынке финансовых инструментов (только они являются предметом рассмотрения), максимизация приращения стоимости портфеля эквивалентна максимизации прибыли инвестора на вложенные средства (налогообложение не рассматривается). Безусловно, что при решении вопроса о ротации финансовых инструментов необходимо учитывать «фи-

нансовое трение», то есть соизмерять прогнозируемое приращение стоимости соответствующих финансовых инструментов и неизбежные затраты, связанные с их заменой (ротацией). Кроме того, если при достижении намеченной цели – максимизировать прибыль на вложенные средства – инвестор одновременно хочет ограничить риски инвестиций, то при поиске оптимальной стратегии он должен рассматривать только множество финансовых инструментов с ограниченным риском.

Этот понятный на интуитивном уровне алгоритм принятия инвестиционных решений, оказывается, следует из общих результатов теории оптимального управления динамическими системами [6,13,14]. Эта теория утверждает[6], что для того, чтобы достичь «наилучших» результатов на некотором отрезке времени, все принимаемые в любой текущий момент времени решения должны быть «оптимальны» относительно «будущего» развития событий. Это означает, что для решения поставленной задачи на каждом шаге принятия решений необходимо:

- 1) Каким-то «наилучшим образом» прогнозировать «будущее» развитие событий на финансовом рынке («будущие» значения эффективностей, обращающихся на рынке финансовых инструментов);
- 2) окончательное решение об инвестировании денежных средств для любого *текущего момента* времени необходимо принимать по результатам динамической оптимизации решений относительно «будущего» развития событий на финансовом рынке.

Указанная выше последовательность алгоритмических шагов, как утверждает теория оптимального управления [6], должна повторяться по итерационной схеме на каждом шаге принятия решений вплоть до завершения выработки инвестиционной стратегии для всего планируемого периода.

В дальнейшем, для синтеза алгоритмов извлечения потенциально возможной для финансового рынка прибыли мы будем поль-

зоваться стандартной схемой решения задачи оптимального управления [2,6,14], которая состоит в следующем:

- 1) должна быть определена математическая модель системы, для которой синтезируется управление (модель рыночного портфеля инвестора) в виде модели стохастической дифференциальной системы. Методология построения подобной модели рассмотрена выше в разделе 7.3;
- 2) для прогнозирования «будущего» состояния финансового рынка и, соответственно, искомого инвестиционного портфеля должны использоваться оптимальные (по критерию минимума среднеквадратической ошибки) алгоритмы прогнозирования случайных процессов (фильтры Р. Калмана);
- 3) для динамической оптимизации принимаемых решений относительно «будущего» развития событий на финансовом рынке необходимо использовать алгоритмы динамического программирования Р. Беллмана.

Использование указанных выше компонентов, а также стандартной последовательности в этапах решения задачи позволит решать задачу извлечения потенциально возможной для финансового рынка прибыли в рамках хорошо отработанной математической техники решения задач оптимального управления.

Результаты динамической оптимизации принимаемых на каждом шаге решений будут представлять собой оптимальный закон (траекторию) управления динамической системой. Так как в качестве динамической системы мы рассматриваем финансовый рынок и, соответственно, формируемый из инструментов рынка портфель инвестора, то найденный (синтезированный) закон управления портфелем инвестора будет одновременно являться оптимальной стратегией инвестиций.

В случае допустимости проведения на финансовом рынке операций «продажа без покрытия» (см. раздел 7.1), в указанной выше концепции алгоритма извлечения потенциально возможной при-

были принципиально ничего не меняется, за исключением разве того, что на каждом шаге принятия решений должны рассматриваться эффективности финансовых инструментов с учетом их знака. В «оптимальный» портфель на каждом шаге принятия решений в рассматриваемом случае должны включаться только финансовые инструменты с максимальной по модулю их эффективностью.

Всё сказанное выше о концепции оптимального инвестирования денег в финансовые инструменты (оптимальное управление капиталом или, что одно и то же, оптимальное управление инвестиционным портфелем) ниже более подробно рассматривается на уровне конкретных математических моделей и алгоритмов.

### **7.4.3. Математическая постановка задачи извлечения потенциально возможной прибыли на финансовом рынке**

Математическая модель, которая используется для решения данной задачи, состоит в следующем [2].

Целевой функционал, определяющий «качество» принимаемых инвестиционных решений определим в виде:

$$J = M \sum_{i=0}^{N-1} W(X_{i+1}, U_i) \quad (7.4.1),$$

где:  $M$  - оператор математического ожидания;

$W(X_{i+1}, U_i)$  - действительная функция, конкретный вид которой должен отражать экономический смысл решаемой задачи. Если решается задача максимизации прибыли (дохода) на вложенные средства, то указанная функция должна выражать приращение стоимости портфеля (с учетом затрат на его ротацию) на единичном интервале времени в зависимости от выбранного управления.

Под вектором управления  $U_i$  везде далее понимается величина пропорциональных долей включаемых в портфель финансовых инструментов с учётом присутствующих в формулировке задачи ог-

раничений (см. ниже). Последовательность решений о значениях пропорциональных долей финансовых инструментов (векторов управления)  $U_i$  образует инвестиционную стратегию на интервале времени  $i=0,1,\dots,N-1$ .

Разностное уравнение, описывающее статистическую динамику эффективности финансового рынка («состояние» рынка), может быть записано в виде 7.3.36, т. е.:

$$X(i+1)=A(i)X(i)+B(i)m(i)+V(i) \quad (7.4.2).$$

Уравнение канала измерений (наблюдений) можно записать в виде:

$$Y(i)=X(i)+n(i) \quad (7.4.3),$$

где приняты следующие обозначения:

- $X(i)$  - вектор эффективности или, что одно и то же, вектор состояния финансового рынка. Координатами указанного вектора являются эффективности финансовых инструментов, обращающихся на рынке;
- $A[i]$  и  $B[i]$  - квадратные матрицы соответствующих размерностей,  $m[i]$  - вектор математического ожидания эффективностей, полученный по результатам предварительных статистических исследований (см. [1,25]);
- $V[i]$  - возбуждающая случайная последовательность. При этом  $M[V(i)]=0$ ,  $M[V(i)V^T(m)]=Q(i)\delta_{i,m}$ ,  $Q(i)$  - квадратная матрица интенсивности возбуждающей случайной последовательности, при этом указанная последовательность является чисто случайной, т.е.  $\delta_{i,m}$  - символ Кронекера ( $\delta_{i,m}=1$  при  $i=m$  и  $\delta_{i,m}=0$  при  $i\neq m$ ).
- $n(i)$  - шум измерений (вычислений) эффективностей обращающихся на рынке финансовых инструментов, при этом указанный шум является чисто случайным, не коррелиро-



ван с возбуждающим случайным процессом  $V(i)$  и имеет матрицу интенсивности  $N(i)$ .

Обозначение « $T$ » здесь и везде далее – это знак операции транспонирования.

Далее заметим, что управление  $U_i$  может формироваться на основе использования той или иной программы наблюдений «прошлого», «настоящего» и «будущего» состояния финансового рынка. Известно [6], что самой эффективной стратегией является «стратегия замкнутого оптимального управления», которую мы и будем искать в дальнейшем в виде:

$$U_i = \psi(Y_i'), \quad 0 \leq i < j = i+1, \dots, N-1 \quad (7.4.4),$$

где:  $U_i = \psi(Y_i')$  - вектор-столбец управления;

$Y_i'$ ,  $0 \leq i < j = i+1, \dots, N-1$  - программа «прошлых», «настоящих» и «будущих» наблюдений финансового рынка.

С учетом «принципа достоверной эквивалентности»[6], который справедлив для линейных динамических систем, задача оптимального стохастического управления эквивалентна задаче детерминированного оптимального управления при замене мгновенных значений вектора состояния системы его оценками, полученными с минимальной среднеквадратической ошибкой.

С учетом сказанного, вместо выражений (7.4.1) и (7.4.4) можно записать:

$$J = M \sum_{i=0}^{N-1} W(\hat{X}_{i+1}, U_i) \Rightarrow \max_{U_i} \quad (7.4.5)$$

$$U_i = \psi(\hat{X}_i'), \quad 0 \leq i < j = i+1, \dots, N-1 \quad (7.4.6),$$

где:  $\hat{X}_i'$ ,  $0 \leq i < j = i+1, \dots, N-1$  - вектор оценок «прошлой», «текущей» и «будущей» эффективности финансового рынка. Ука-

занный вектор (вектор—столбец) оценок должен быть оптимальным по критерию минимума среднеквадратической ошибки.

Введем далее систему ограничений в виде:

- условия нормировки для каждого шага «i» принятия решений:

$$I^T \cdot U_i = 1 \quad (7.4.7)$$

- ограничений на управления (обязательное присутствие или отсутствие тех или иных финансовых инструментов), из которых допустимо в каждый текущий момент времени «i» формировать оптимальную инвестиционную стратегию, т. е.:

$$U_i = \hat{U}_i, \quad \hat{U}_i \in \tilde{U} \quad (7.4.8)$$

Условие (7.4.7) является условием нормировки (где  $I^T$  - единичный вектор-строка) и означает, что пропорциональные доли, из которых формируется оптимальная стратегия на каждом шаге управления (принятия решений), в сумме должны давать единицу.

Условие (7.4.8) дает возможность ограничить дисперсию функционала (7.4.5) за счет того, что условием формирования оптимальной инвестиционной стратегии могут выступать только определенные финансовые инструменты с ограниченным «риском», т.е. дисперсия эффективности которых ограничена.

Другой, более детализированной, но эквивалентной условию (7.4.8) формой написания ограничений на управление ( $U$ ) может быть выражение, ограничивающее суммарный риск финансовых инструментов, присутствующих в векторе управления для каждого шага принятия решений. Это означает, что вектор управления должен выбираться для каждого шага принятия решений, исходя из выполнения дополнительного условия:

$$U_i = \hat{U}_i, \quad \hat{U}_i = F(\tilde{R}), \quad \tilde{R}_i \leq \hat{U}_i^T K \hat{U}_i \quad (7.4.9),$$

где:  $\tilde{R}$  - риск портфеля (значение квадратичной формы, т. е. скалярная величина) для каждого  $i$ -го шага принятия решений;

$K$  - ковариационная матрица эффективности (доходности) финансового рынка. В рамках корреляционной теории случайных процессов [4,26], указанная матрица является стационарной (неизменной во времени) и имеет структуру:

$$K = \begin{bmatrix} K_{1,1} & K_{1,2} & \dots & K_{1,N} \\ K_{2,1} & K_{2,2} & \dots & K_{2,N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ K_{N,1} & K_{N,2} & \dots & K_{N,N} \end{bmatrix} \quad (7.4.10),$$

где:

$$\begin{aligned} K_{h,p} &= M[X_h^0(i) \cdot X_p^0(i)] \quad (h,p=1,2,\dots,N) \\ X_k^0(i) &= X_k(i) - m_k, \quad m_k = M[X_k(i)] \quad (k=1,\dots,N) \end{aligned} \quad (7.4.11).$$

Таким образом, математическая модель задачи синтеза оптимальной инвестиционной стратегии, может быть представлена выражениями (7.4.2 – 7.4.11).

#### **7.4.4. Алгоритм оптимального стохастического управления портфелем финансовых инструментов, обеспечивающий извлечение потенциально возможной прибыли**

Теорема разделимости [5,6,14], справедливая для линейных динамических систем, утверждает, что задача синтеза оптимальной стратегии управления (в нашем случае - это синтез оптимальной спекулятивной стратегии) может решаться по итерационной схеме в два самостоятельных этапа:

- оптимального оценивания и прогнозирования вектора состояния динамической системы (финансового рынка);
- динамической оптимизации принимаемых решений с использованием оптимальных (по критерию минимума среднеквадратической ошибки) оценок вектора «текущего» и «будущего» состояния динамической системы (финансового рынка).

Именно в такой последовательности мы рассмотрим алгоритм решения поставленной задачи. Попутно заметим, что даже для линейных динамических систем не удастся получить решение задачи оптимального управления в замкнутом аналитическом виде, а лишь только в форме алгоритмов вычислений [6].

#### **7.4.4.1. Оптимальное оценивание и прогнозирование вектора состояния финансового рынка**

Хорошо известно [5,6], что оптимальным по критерию минимума среднеквадратической ошибки оценивания состояния («текущего», «прошлого» и «будущего») динамической системы является алгоритм, называемый фильтром Р. Калмана. Все любые другие алгоритмы оценивания по точности могут лишь приближаться к точности оценивания, которую обеспечивает фильтр Калмана. Потенциально возможная точность оценивания, достигаемая указанным фильтром, обеспечивается благодаря тому, что структура и параметры указанного алгоритма предварительно настраиваются на «статистический портрет» оцениваемой динамической системы. Именно поэтому необходимо проводить предварительные статистические исследования финансового рынка, чтобы получить адекватную рынку математическую модель в виде системы дифференциальных (разностных) уравнений, и уже затем настроить соответствующий фильтр Калмана на полученную математическую модель финансового рынка.

С учетом уравнения динамической системы (финансового рынка) вида (7.4.2) уравнения канала измерений (вычислений) вида (7.4.3), а также известных результатов теории [5], соответствующие уравнения фильтра Калмана для несмещенного оценивания

текущего состояния финансового рынка с минимальной средне-квадратической ошибкой, могут быть записаны в виде:

$$X'(i+1) = A(i)\hat{X}(i) + B(i)m(i), \quad X'(i_0) = \xi \quad (7.4.12)$$

$$\hat{X}(i) = X'(i) + K(i)\{Y(i) - X'(i)\} \quad (7.4.13),$$

где -  $m(i)$  - оценка вектора математического ожидания случайного процесса эффективности рынка, при этом матрица ковариации ошибок оценивания и матрица усиления фильтра  $K(i)$  определяются из рекуррентных уравнений:

$$P'(i+1) = A(i)\tilde{P}(i)A^T(i) + Q(i) \quad (7.4.14)$$

$$K(i) = P'(i)\{P'(i) + R(i)\}^{-1} \quad (7.4.15)$$

$$\tilde{P}(i) = P'(i) - K(i)P'(i) \quad (7.4.16)$$

Начальные условия определяются выражением:

$$P'(i) = P(i_0) \quad (7.4.17)$$

Здесь  $P(i_0)$  - матрица ковариации начального вектора  $X(i_0)$ . Она выражает соответствующую априорную информацию по оцениваемой динамической системе.

Оптимальный по критерию минимума среднеквадратической ошибки предсказания линейный многошаговый экстраполятор («предиктор») определяется на основе решения разностного уравнения (7.4.2), определяющего статистическую динамику финансового рынка. Переходя в указанном уравнении к математическим ожиданиям и рассматривая вместо мгновенного значения оцениваемого процесса его оптимальные оценки  $a$ , также используя формулу [5] для решения разностного уравнения с правой частью, получим:

$$\hat{X}(K) = \phi(K, i+1)\hat{X}(i+1) + \sum_{\tau=i+1}^{K-1} \phi(K, \tau)m(\tau) \quad (7.4.18),$$

где:  $\phi(\dots)$  - фундаментальная матрица решений однородного разностного уравнения, соответствующего уравнению (7.4.2);

$\hat{X}(i+1)$  - оптимальная оценка вектора текущего состояния финансового рынка, полученная с помощью фильтра Калмана;

$\hat{X}(K)$  - оптимальная оценка «будущего» значения вектора состояния финансового рынка.

Как видно из формулы предсказания (7.4.18) для того чтобы предсказать значение вектора состояния финансового рынка в момент времени « $K$ », необходимо знать значения математического ожидания эффективности финансового рынка в моменты времени  $m(\tau)$ ,  $\tau = i+1, \dots, K-1$ , непосредственно предшествующие предсказываемому моменту времени « $K$ ».

Покажем далее, как можно получить соответствующие оценки, не входя в противоречие с принципом каузальности (причинности) событий. Для этого рассмотрим одношаговый «предиктор», реализуемый фильтром Калмана [5]:

$$\hat{X}(i+1/i) = A(i)\hat{X}(i/i-1) + B(i)m(i) + K'(i)[Y(i) - \hat{X}(i/i-1)] \quad (7.4.19),$$

где матрица усиления фильтра  $K'(i)$  определяется из уравнения (7.4.15), а ковариационная матрица для ошибки экстраполяции может быть получена из решения разностного уравнения вида:

$$P(i+1) = A(i)P(i)A^T(i) - A(i)P(i)\{P(i) + N(i)\}^{-1}P(i)A^T(i) + Qi, \quad P(i_0) = R(i_0) \quad (7.4.20).$$

Уравнение (7.4.20) является дискретным аналогом известного матричного нелинейного дифференциального уравнения типа Риккати в задаче фильтрации с непрерывным временем. Последовательно применяя одношаговый «предиктор» (7.4.19), легко доопределить недостающие оценки  $m(\tau)$ ,  $\tau = i+1, \dots, K-1$  в фор-

муле (7.4.18) многошаговой экстраполяции («оптимального» предсказания).

Таким образом, выше были полностью определены алгоритмы оптимального оценивания и прогнозирования вектора состояния (эффективности) финансового рынка.

В результате применения указанных алгоритмов может быть синтезирована последовательность векторов предсказаний состояния рынка:

$$\widehat{X}(i/i), \widehat{X}(i+1/i), \widehat{X}(i+2/i), \dots, \widehat{X}(K/i).$$

Эта последовательность векторов является исходной информацией для синтеза алгоритма динамической оптимизации принимаемых инвестиционных решений.

#### **7.4.4.2. Синтез алгоритма динамической оптимизации принимаемых инвестиционных решений**

Предварительно заметим, что возможные алгоритмы динамической оптимизации принимаемых решений будут зависеть от моделей использования текущей и прогнозируемой статистической информации по финансовому рынку.

Рассмотрим в связи с этим три возможных алгоритма принятия оптимальных инвестиционных решений.

##### *Первый алгоритм*

Указанный алгоритм базируется на основе использования одношагового «предиктора» (предсказателя) будущей эффективности финансового рынка. Сам предиктор, на алгоритмическом уровне реализуется с помощью рассмотренного выше фильтра Калмана.

Так как инвестиционные решения должны вырабатываться на основе одношагового предсказания, указанная задача является вырожденным случаем динамической оптимизации принимаемых

решений. Применительно к управлению портфелем финансовых инструментов и для случая максимизации приращения стоимости портфеля за определенный период времени указанный алгоритм на каждом шаге принятия решений, будет состоять из следующих алгоритмических шагов:

1) Прогнозирование. Осуществляется одношаговый прогноз будущего состояния финансового рынка. Это означает, что прогнозируются доходности всех обращающихся на рынке финансовых инструментов.

2) Принятие инвестиционных решений. Из всей совокупности финансовых инструментов в оптимальный портфель заранее включаются инструменты (инструмент), имеющие максимальную прогнозируемую эффективность (доходность). Номенклатура включаемых в оптимальный портфель финансовых инструментов и их пропорциональный состав (управление портфелем) на каждом шаге принятия решений зависят от ограничений задачи в части допустимого риска портфеля. Кроме того, решение о заблаговременном включении в портфель тех или иных инструментов принимается с учетом транзакционных издержек, а именно – прогнозируемое приращение стоимости портфеля должно превышать текущие транзакционные издержки, связанные с ротацией портфеля.

3) Рассмотренная выше последовательность алгоритмических шагов по пунктам 1 и 2 повторяется по итерационной схеме для каждого текущего шага принятия решений, вплоть до момента времени завершения процесса управления портфелем.

### Второй алгоритм

Указанный алгоритм реализует концепцию оптимального стохастического управления по замкнутому контуру. Это, как известно [6], самая эффективная стратегия управления динамической системой.

Однако для реализации указанной стратегии требуется использовать слишком «длинные» статистические прогнозы. Применительно к оптимальному управлению портфелем финансовых инст-



рументов «глубина» прогноза должна простирается от любого текущего момента времени и до момента времени завершения процесса управления портфелем.

Совершенно очевидно, что эти требования входят в противоречие со статистической природой процессов, протекающих на финансовом рынке. Если опираться на корреляционную теорию случайных процессов[26] и поставить при этом требование спрогнозировать поведение случайного процесса за периодом времени затухания его корреляционной функции, то совершенно очевидно, что это сделать невозможно. В данном случае ошибка прогнозирования будет равна дисперсии оцениваемого процесса, и само прогнозирование потеряет практический смысл.

Выходом из указанной ситуации является осуществление «коротких» статистически достоверных прогнозов финансового рынка на несколько шагов вперёд и их использование для последующей динамической оптимизации принимаемых решений.

### Третий алгоритм

Данный алгоритм принятия оптимальных инвестиционных решений является промежуточным вариантом между «первым» и «вторым» алгоритмами. С нашей точки зрения, он является наиболее перспективным для реализации, так как позволяет использовать, с одной стороны, достоверные статистические прогнозы, а с другой стороны, позволяет использовать оптимизацию принимаемых решений на основе алгоритмов динамического программирования Р. Беллмана.

Указанный алгоритм в полной мере отвечает канонам [6] оптимального стохастического управления динамическими системами. Его использование применительно к инвестиционной (спекулятивной) деятельности как раз и будет означать, что управление портфелем финансовых инструментов осуществляется на базе методов указанной теории, что позволит спекулянту извлекать потенциально возможную для финансового рынка прибыль.

Модель принятия решений. При синтезе алгоритма принятия решений в каждый текущий момент времени используется «короткий» статистический прогноз вектора состояния финансового рынка (например, на 3 - 5 торговых сессий вперед). На основе этого прогноза синтезируется оптимальная последовательность инвестиционных решений и из этой последовательности принимается только первое решение. На следующей торговой сессии поступает новая статистическая информация по финансовому рынку («обратная связь»), которая принципиально может девальвировать ранее сделанный прогноз. В связи с этим, заново синтезируется последовательность оптимальных инвестиционных решений, и из неё опять принимается только первое решение и т. д. по итерационной схеме до момента завершения инвестиционной (спекулятивной) деятельности.

В рамках данной модели, для любого текущего момента времени, оптимальная инвестиционная стратегия может быть синтезирована на основе стандартного алгоритма динамической оптимизации[6].

Указанная оптимизация обычно осуществляется с последнего шага к первому по итерационной схеме, при этом первый шаг, в рассматриваемом нами случае соответствует текущему моменту времени принятия решений.

Учитывая сказанное и с учетом выражения функции  $W(\hat{X}_{t+1}, U_t)$ , определяющей приращение стоимости портфеля, можно записать:

$$\max_{U(K-1)} \{W[\hat{X}(K), U(K-1)] | \hat{X}(K-1), U(K-2)\} \quad (7.4.21)$$

$$\begin{aligned} & \max_{U(K-2)} \{ \max_{U(K-1)} W[\hat{X}(K), U(K-1) | \hat{X}(K-1), \\ & U(K-2) | \hat{X}(K-2), U(K-3)] \} \end{aligned} \quad (7.4.22)$$

.....

$$\max_{U(i)} \{.. \max_{U(K-2)} \{ \max_{U(K-1)} W [\hat{X}(K), U(K-1)] | \hat{X}(K-1), U(K-2) | \hat{X}(K-2), U(K-3) \} ..\} \quad (7.4.23)$$

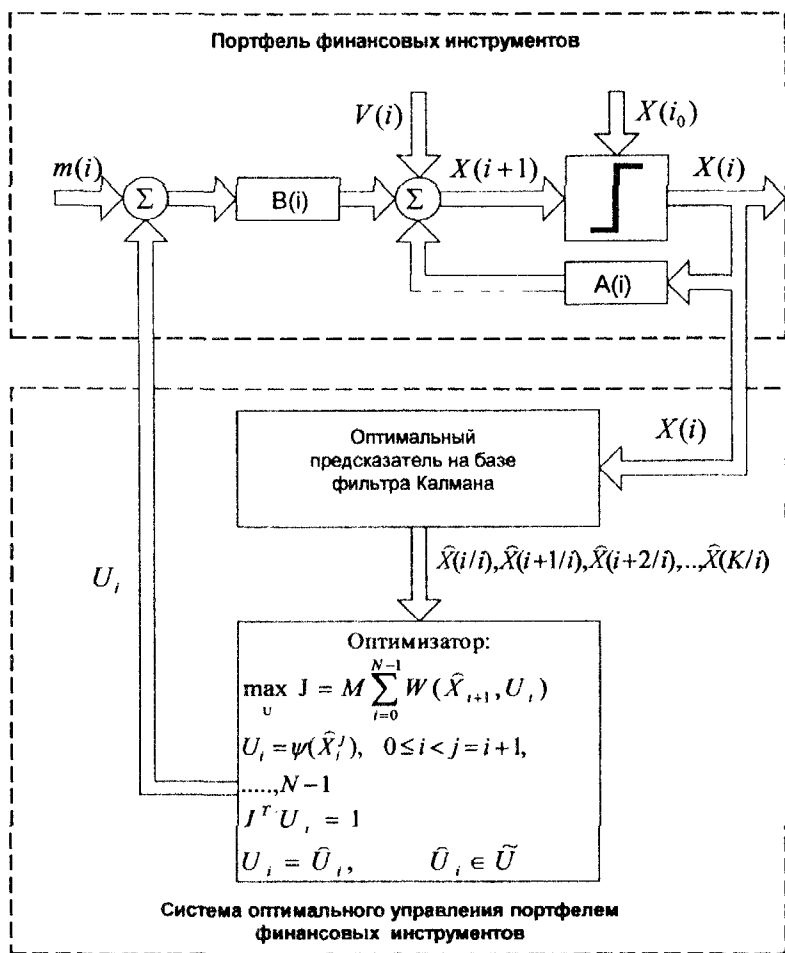
Указанная последовательность решения задач оптимизации должна проводиться для каждого  $i$ -го текущего момента времени и повторяется по итерационной схеме вплоть до завершения планируемого периода. Последовательность инвестиционных решений при её рассмотрении от начала планируемого периода и до момента его завершения образует некоторую «траекторию» инвестиционных решений (оптимальное управление портфелем финансовых инструментов).

Синтезированная «траектория» будет являться экстремалью финансового рынка, так как на указанной «траектории» функционал (7.4.5) будет достигать потенциально возможного значения (в смысле математического ожидания функционала).

С учетом сказанного задачу синтеза оптимальной инвестиционной стратегии (оптимального управления портфелем финансовых инструментов) можно считать решенной.

Структурная схема, поясняющая решение задачи извлечения потенциально возможной для финансового рынка прибыли за счёт оптимального управления портфелем финансовых инструментов, представлена на рис. 7.8.

На рис. 7.8. в верхнем пунктирном прямоугольнике изображена блок-схема портфеля финансовых инструментов в виде линейной динамической системы (формирующего фильтра векторного случайного процесса). Задача системы оптимального управления (нижний пунктирный прямоугольник) состоит в том, чтобы на каждом шаге принятия решений сформировать вектор  $U_i$  управляющих воздействий на портфель. Если ряд координат вектора  $U_i$  будут равны нулю, то это будет означать, что соответствующие координаты будут равны нулю и в выходном векторе  $X(i)$ , то есть некоторые финансовые инструменты для  $I$ -го шага управления могут отсутствовать.



**Рис. 7.8.** Структурная схема решения задачи оптимального управления портфелем финансовых инструментов (в дискретном времени)

Безусловно, что при синтезе вектора управления на каждом шаге принятия решений указанный вектор синтезируется в «оптимизаторе» с учётом выполнения всех ограничений, а также условий нормировки финансовых инструментов. Исходной информацией для «оптимизатора» является последовательность векторов, которые вырабатываются в  $K$  - шаговом предсказателе («предикторе»), реализуемом на основе фильтра Калмана.

## **РАЗДЕЛ 8. Компьютерные технологии для финансового рынка**

---

**Т**ема «компьютерные технологии для финансового рынка» является достаточно обширной и многоплановой. Поэтому при рассмотрении соответствующих вопросов автор пытался выделить лишь характерные особенности указанной проблематики, знание которой позволит инвестору (спекулянту) ориентироваться в море предложений со стороны разработчиков программного обеспечения.

При кратком изложении соответствующих вопросов автор придерживается следующей схемы рассмотрения:

- задачи, решаемые с помощью программного обеспечения;
- используемые при этом методы;
- конкретные программные системы.

### **8.1. Основные задачи, решаемые программным обеспечением, и используемые при этом методы**

Основные задачи, решаемые с помощью того или иного программного обеспечения, ориентированного для оказания помощи инвесторам при осуществлении ими своей деятельности на финансовом рынке, можно представить в виде:

1. Вспомогательные задачи, связанные с получением, преобразованием и отображением информации от источников данных по состоянию финансового рынка.

2. Анализ и прогнозирование финансового рынка.

2.1. Статистический анализ финансовой информации.

2.2. Технический анализ рыночных процессов.

2.3. Прогнозирование состояния финансового рынка.

3. Выработка рекомендаций по торговле финансовыми инструментами.

4. Оптимизация портфеля финансовых инструментов.

5. Извлечение потенциально возможной для финансового рынка прибыли.

Далее рассмотрим более подробно методы решения указанных выше, а также смежных с ними задач.

### *Статистические методы*

С помощью указанных методов инвесторы могут осуществлять всесторонние статистические исследования финансового рынка, осуществлять прогнозирование рыночных процессов и уже на основе этого могут принимать более обоснованные инвестиционные решения.

Число статистических методов, которые могут быть использованы для анализа и прогнозирования финансовой информации огромно.

Так, например, рассматривая имеющиеся данные по финансовому рынку как случайные события, можно использовать методы проверки статистических гипотез о независимости случайных событий, однородности данных и т. д.

Методы теории оценивания могут быть использованы для оценивания параметров законов распределения по случайным выборкам, могут быть получены эффективные оценки параметров распределения, доверительные интервалы и т. д.

Методы факторного анализа позволяют, например, выявить и исследовать влияние тех или иных макроэкономических факторов на развитие рыночной ситуации и т. д.

Методы линейного и нелинейного регрессионного анализа позволяют строить линейные и нелинейные модели для оценивания параметров, выявления функциональных зависимостей по статистическим данным, строить тренды и т. д.

Учитывая, что все события на финансовом рынке развиваются в функции времени, для их анализа и прогнозирования могут быть использованы самые разнообразные методы теории случайных процессов. В частности, могут быть использованы методы иденти-

фикации параметров случайных процессов, методы фильтрации и прогнозирования, а также целый ряд других методов.

Подводя итог сказанному, следует отметить, что для практического использования всех указанных выше, а также других методов от исследователя требуется определенная «математическая культура», которая позволит ему, с одной стороны выбирать методы, адекватные сущности решаемой задачи, а с другой стороны позволит ему правильно интерпретировать и использовать на практике полученные результаты.

Для анализа и исследований финансового рынка могут быть использованы универсальные статистические пакеты типа STADIA, STATISTICA for Windows, Quick STATISTICA, ЭВРИСТА (для исследования временных рядов), а также другие статистические пакеты.

### *Эволюционное программирование*

Основными задачами, решаемыми с помощью метода эволюционного программирования, являются задачи анализа и прогнозирования данных.

Метод эволюционного программирования является сегодня довольно динамично развивающимся направлением исследований [18]. Основная идея этого метода состоит в формировании гипотез о зависимости целевой переменной от других переменных в виде автоматически синтезируемых программ, выраженных на внутреннем языке программирования. Использование универсального языка программирования позволяет выразить практически любую зависимость или алгоритм.

Процесс производства внутренних программ (гипотез) организуется как эволюция в пространстве программ, которая в некотором роде напоминает метод генетических алгоритмов. Когда система находит гипотезу, описывающую исследуемую зависимость достаточно хорошо, начинается применение разнообразных незначительных модификаций такой программы. Указанная схема модификации программы напоминает в некотором смысле анализ



чувствительности решений к вариациям исходных данных. Отбор лучшей дочерней программы осуществляется по критерию повышения точности предсказаний

Наиболее известным вариантом программной реализации эволюционного программирования является пакет «PolyAnalyst» российской фирмы «Мегапьютер».

### *Генетические алгоритмы*

Областью применения указанных алгоритмов является решение комбинаторных задач, а также задач поиска оптимальных вариантов. Результаты решения указанных задач могут использоваться инвестором для оптимизации и поиска вариантов перспективных инвестиций.

В кратком изложении сущность метода можно описать как выбор лучших решений по ранее формализованным критериям. Сам процесс оптимизации напоминает естественную эволюцию – отбор лучших вариантов, скрещивание вариантов и их мутацию.

Однако у метода есть ряд недостатков, в частности, сложность формализации критериев отбора. Кроме того, указанная методика ориентирована, в основном, для класса задач несколько отличающихся от прогноза меняющихся финансовых показателей.

Программная реализация генетических алгоритмов выполнена, например, в следующих пакетах программ:

1) GeneHunter (фирма Ward Systems). Указанный пакет позволяет находить субоптимальные решения нелинейных оптимизационных задач;

2) Evolver for Excel (фирма Palisade Corp). Пакет реализует шесть методов генетической оптимизации и выполнен в виде расширения пакета Excel.

### *Нейронные сети*

Указанный класс методов ориентирован для решения задач прогнозирования данных, поиска скрытых закономерностей, распо-

знания ситуаций и т. д., что позволяет инвестору принимать более обоснованные инвестиционные решения.

Нейронные сети - это обобщённое название нескольких групп алгоритмов, обладающих одним ценным свойством – они могут обучаться на примерах, извлекая скрытые закономерности из потока данных. Обработываемые данные могут быть неполны или же заведомо искажены, при этом, если между входными и выходными данными существует какая-то связь, то обученная нейронная сеть способна самостоятельно её выявить. Кроме того, современные нейронные сети обладают рядом дополнительных возможностей: они позволяют оценивать сравнительную важность различных видов входной информации, уменьшать её объем без потери существенных данных, распознавать симптомы приближения критических ситуаций и т. д.

Нейронные сети, таким образом, можно определить как взаимосвязанные алгоритмы, моделирующие с той или иной степенью достоверностью процессы функционирования нейронов, с которыми по существующим на сегодня представлениям связываются процессы функционирования головного мозга человека.

Важно подчеркнуть, что алгоритм принятия решений, реализуемый обученной нейронной сетью, не может быть выражен какой-то конкретной аналитической формулой или же объяснен с помощью какого-то другого, более простого алгоритма. Указанный алгоритм закодирован самой структурой нейронной сети. Вместе с тем по своей внутренней сущности алгоритм принятия решений, реализуемый обученной нейронной сетью – это разновидность статистического метода распознавания образов и прогнозирования.

Модель нейронной сети обычно представляют в виде многослойной сетевой структуру однотипных элементов – нейронов, соединенных между собой и сгруппированных в слои. Среди прочих слоёв имеется входной слой, на нейроны которого подаётся информация, а также выходной, с которого снимается результат. При прохождении по сети входные сигналы усиливаются или ослабляются, что определяется весами межнейронных связей.

Перед применением нейросеть необходимо «обучить» на примерах, и с помощью коррекции весов межнейронных связей, по известным входным параметрам и результату сеть заставляют выдавать ответ, максимально близкий к правильному ответу.

Применительно к финансовому рынку проблему оценки постоянно изменяющихся внешних условий и, соответственно, степени влияния на рынок тех или иных параметров нейросеть решает самостоятельно в силу самого принципа её работы.

Нейросети (нейросетевые программы) на сегодня существуют в виде программных пакетов для персональных компьютеров. Наиболее популярными из них являются продукты семейства BrainMaker, распространяемые американской фирмой California Scientific Software.

Из российских разработок можно отметить программный продукт Fortel Trade[17].

### *Нечёткие системы на базе нечёткой логики*

Указанное направление исследований и практических приложений [16] возникло благодаря выполнению трёх основных условий:

- возникновению новых общественных потребностей;
- появлению новой методологии (идей и методов их реализации);
- возрастанию активности исследователей.

Применительно к финансовому рынку её участниками и исследователями осознана та реальность, что взаимосвязи явлений, протекающие на финансовом рынке, порой не укладываются в рамки привычной детерминированной логики, и ряд событий не могут быть оценены или же предсказаны вычислительным путем. Это связано с тем, что почти все наши знания о реальности являются нечёткими (попытки введения различного рода коэффициентов достоверности в различных экспертных системах являются лишь самообманом разработчиков, пытающихся выразить нечёткость своих знаний о предметной области с помощью чётких числовых значений).

Программная реализация компьютерных нечётких систем базируется на теории нечётких множеств, предложенной Л. Заде в начале 70-х годов. Теория нечётких множеств помогает проектировать роботы, обладающие осязанием и зрением, обрабатывать аэрофотоснимки и другую информацию, которую ранее мог понимать и обрабатывать только человек, строить эффективные алгоритмы распознавания речи и изображений, наиболее адекватно трактовать события, происходящие на финансовом рынке и т. д.

Программная реализация нечётких систем применительно к финансовому рынку реализована, например, в пакетах программ:

- CubiCalk 2.0 for Windows (фирмы HyperLogic). Это наиболее мощный пакет, реализующий методы нечеткой логики в виде экспертной системы с нечеткими правилами.

- RuleMaker (той же фирмы). Программа автоматического построения нечётких правил для CubiCalk.

- FuzzyAnalyzer (фирма Mathematicus Lab.). Анализатор финансовых данных на основе нечёткой логики.

- FuziCalk фирмы FuziWare. Это первая электронная таблица на основе нечёткой логики и она позволяет проводить вычисления с неточно известными числами.

### *Волновой анализ*

В рамках указанной методологии могут решаться задачи анализа и прогнозирования курсов финансовых инструментов.

Большую часть пакетов технического анализа составляют программы, базирующиеся на предположении о том, что вся информация о колебаниях цен и их причинах находится в самих колебаниях. Проанализировав лишь изменение цены какого-либо финансового инструмента во времени, можно с определенной долей вероятности предсказать её изменения на протяжении еще какого-то времени.

Существенную часть методов технической анализа составляют так называемые «осцилляторы» – методы поиска и анализа циклических колебаний. Из курса школьной физики известно, что если

на систему не воздействуют внешние силы, то она колеблется со свойственной ей частотой (при отсутствии силы трения), определяемой характеристиками самой системы.

Проводя аналогии с физическими системами, сторонники подобной теории выдвигают гипотезу, что нечто подобное должно происходить и на финансовом рынке. Если, например, на валюту не действуют какие-либо сильные внешние факторы (например, центральный банк страны, которому принадлежит данная валюта, не предпринимает какие-либо действия по её укреплению (ослаблению); отсутствуют экономические кризисы и т. д.), то валюта должна «жить» своей собственной жизнью, определяемой установившимися законами спроса и предложения. В указанной ситуации движение курса конкретной валюты может быть спрогнозировано с той или иной степенью точностью с помощью пакетов технического анализа.

Ещё одной волновой теорией является теория волн Элиота, которая представляет собой довольно стройную концепцию, интегрирующую в себя традиционный технический анализ, психологию толпы и цикличность развития рынка. Ценность теории Элиота состоит в том, что кроме цикличности он вывел численные характеристики циклов, используя последовательность чисел Фибоначчи.

Примером программной реализации волновой теории Элиота применительно к финансовому рынку является пакет ELWAVE.

### *Технический анализ*

Основные решаемые задачи – это анализ и прогнозирование курсов обращающихся на рынке финансовых инструментов и выдача рекомендаций по торговле.

Число методов традиционного технического анализа огромно. Указанный анализ получил наибольшее развитие с началом эпохи всеобщей компьютеризации, когда удалось переложить рутинную работу по построению и анализу графиков, а также вычислению производных характеристик на их основе на компьютеры.

Существующий на сегодня традиционный технический анализ, безусловно, небезупречен. Общепринято считать, что он позволяет выявить некоторые эмпирические закономерности в поведении обращающихся на рынке финансовых инструментов, однако какой-либо строгой математической основы он под собой не имеет.

Большинство известных на сегодня методов технического анализа нашло отражение в тех или иных пакетах программного обеспечения. Все указанные пакеты могут отличаться друг от друга не только используемыми методами анализа, но также и пользовательским интерфейсом, режимом работы (on line или end of day), шириной использования базовых методов оценивания финансовой информации и т. д.

Номенклатура программных пакетов, использующих технический анализ, огромно. Среди наиболее известных пакетов можно отметить: MetaStock 6.5, MESA96, SuperCharts и другие.

### ***Современный технический (математический) анализ***

Основная решаемая задача – оптимизация портфеля финансовых инструментов по критерию минимизация риска портфеля при заданной его доходности. Выходной результат методологии оптимизации – это выдача рекомендаций по формированию портфеля.

Современный технический анализ финансового рынка берёт свое начало с классической работы Г. Марковица по построению оптимального портфеля ценных бумаг. В качестве математического инструмента решения указанной задачи используются метод нелинейного программирования, где в качестве целевой функции рассматривается риск портфеля, а в качестве ограничений – требуемая доходность портфеля. Искомыми переменными являются пропорциональные доли ценных бумаг, входящих в оптимальный портфель. Указанные пропорциональные доли выбираются исходя из условия обеспечения минимума для целевой функции и при условии выполнения всех ограничений (заданной доходности портфеля).

Отметим, что по смыслу задачи переменные, входящие в целевую функцию, и ограничения можно поменять местами. В указанном случае можно формировать оптимальный портфель таким образом, чтобы обеспечить максимум доходности при условии ограничения риска портфеля. В качестве искомых переменных будут выступать также пропорциональные доли финансовых инструментов, формирующих подобный оптимальный портфель.

В качестве программной реализации указанной методологии можно отметить пакет **MoneyMaker**.

### *Извлечение потенциально возможной для финансового рынка прибыли*

Когда многочисленные разработчики программного обеспечения предлагают свои разработки для инвесторов, они однозначно определяют тот круг задач, который может быть решён с помощью их программного обеспечения.

Типовыми решаемыми задачами могут быть: анализ финансовых инструментов, прогнозирование, распознавание и т. д., при этом для решения соответствующих задач могут использоваться самые разнообразные методы.

Нигде в описании любого программного пакета для финансового рынка нет и намёка на то, какую прибыль (доход) может получить инвестор, если он будет использовать соответствующий пакет в своей инвестиционной деятельности.

Логика разработчиков вполне понятна и объяснима, они дают лишь «инструмент» исследований, а уж как инвестор сможет им распорядиться – это их не интересует. Инвестор может получить как прибыль, так и разориться с помощью используемого им программного обеспечения. Всё это является проблемой инвестора, а не разработчиков программного обеспечения.

Напрямую проблема извлечения прибыли на финансовом рынке как главная решаемая задача была поставлена и решена в отечественном программном продукте **ProfitMaker**. Разработчики пакета **ProfitMaker** впервые реализовали «алгоритмическую машину»

для синтеза потенциально возможной для финансового рынка прибыли. С одной стороны – это очень заманчиво и привлекательно для пользователей, когда об их прибыли будет «заботиться» программа, а с другой стороны, в рамках указанного подхода на программу одновременно перекладывается и вся ответственность при любых неудачах инвестиционной политики.

Какими конкретно математическими методами решается задача извлечения потенциально возможной для финансового рынка прибыли – это уже чисто технологический вопрос, которым пользователь программы может интересоваться в познавательном для себя плане или вообще не вникать в его суть. Заметим только, что программа решает указанную выше задачу на основе методов кибернетики и, в частности, теории оптимального управления динамическими системами. Сущность указанных методов применительно к финансовому рынку достаточно подробно рассматривалась в разделе 7.

Вопрос же о том, насколько эффективно программа решает задачу максимизации прибыли инвестора на вложенные средства рассматривается в разделе 9 применительно к рынку ценных бумаг и в разделе 10 применительно к рынку FOREX.

В полемическом плане может возникнуть вопрос – а зачем вообще нужно лишать инвестора самостоятельности и вместо него в рамках программы **ProfitMaker** «думать» о максимизации его прибыли. Ответ на этот вопрос в психологическом плане достаточно трудный, так как он может задеть самолюбие инвесторов. Для разработчиков программы было бы гораздо проще дать конечным пользователям набор методов, попытаться объяснить им их сущность и одновременно переложить всю ответственность за их правильное использование на инвесторов.

Однако истина, которую приходится учитывать при решении вопроса, делать ли программу «открытой» для вмешательства пользователей или же делать её «закрытой» системой, очень проста. Она состоит в том, что для того, чтобы извлекать потенциально возможную для финансового рынка прибыль, надо знать очень многие специальные математические вопросы (см. выше раздел 7).



Знание указанных вопросов – это удел профессионалов в области математики и кибернетики и трудно требовать знание подобных вопросов от рядового инвестора или же спекулянта. Указанные соображения явились определяющими для разработчиков программы **ProfitMaker**, которые сделали её «закрытой» от вмешательства пользователей системой. На долю пользователя в указанной ситуации остаётся лишь одно: следовать рекомендациям программы и тогда только она будет источником его успехов или поражений, или же действовать по собственному разумению и пенять только на себя.

## **8.2. Программные пакеты, используемые на финансовом рынке**

Ниже рассматриваются некоторые программные пакеты, используемые для поддержки принятия инвестиционных решений на финансовом рынке. Цель изложения состоит в том, чтобы дать инвестору самое общее представление о компьютерных технологиях, применяемых на финансовом рынке.

### **Программный пакет PolyAnalyst[29]**

PolyAnalyst – это универсальный инструмент, который успешно применяется для решения самого широкого круга задач. С его помощью могут решаться задачи:

- выработки стратегии прибыльной и безопасной торговли на рынке ценных бумаг;
- определения степени отторжения трансплантированного сердца в медицинской диагностике;
- предсказания результатов президентских выборов;
- определения пиковой нагрузки компаний по производству электроэнергии и многие другие задачи.

Множество организаций сталкиваются со следующей проблемой: все данные, которые необходимы для принятия решения,

доступны, однако их так много и они столь сложно организованы, что само принятие решения затруднено. В подобной ситуации может оказать помощь программный пакет PolyAnalyst. Указанный пакет – это российский программный продукт, разработанный на основе технологий искусственного интеллекта (эволюционное программирование, генетические алгоритмы). Применительно к финансовому анализу он позволяет обнаруживать и визуализировать взаимосвязи между различными рынками, а также сегментами рынков, между различными финансовыми инструментами и, соответственно, может оказать помощь инвестору в принятии решений.

PolyAnalyst позволяет представлять обнаруженные закономерности в символической форме в виде математических формул, таблиц предсказаний, структурных законов и алгоритмов. Появление подобных систем означает переход от накопления и оперативного использования данных к их анализу и выявлению закономерностей, скрытых в постоянно пополняемых базах данных. Элементы автоматической обработки и анализа данных становятся неотъемлемой частью концепции электронных хранилищ данных (data warehouse).

PolyAnalyst позволяет строить эмпирические модели исследуемых объектов или явлений, основываясь исключительно на самих исходных данных. Программа осуществляет автоматизированный анализ данных, вскрывая внутренние связи и взаимозависимости, «похороненные» в больших массивах информации. Обнаруживаемые пакетом PolyAnalyst знания об объекте могут быть интегрированы с используемым набором программ поддержки принятия решения.

Пакет PolyAnalyst встраивается практически в любое хранилище данных и позволяет в значительной степени автоматизировать процесс предварительного анализа и подготовки выборок данных. Операция запуска исследования данных может быть рутинно запущена из хранилища. Модульная организация пакета PolyAnalyst также имеет свои преимущества: некоторую «минимальную» кон-

фигурацию программы можно постепенно доращивать до полного корпоративного решения.

Программа задумана таким образом, чтобы максимально облегчить работу с ней пользователям – непрограммистам и, в то же время, гарантировать высокое качество и достоверность результатов. Все результаты анализа формулируются в текстовой и графической формах, удобных для восприятия человеком.

Система PolyAnalyst состоит [29] из пяти основных модулей, которые позволяют решать следующие задачи:

- предварительный анализ данных на существование взаимозависимости;
- поиск нелинейных взаимозависимостей в данных и представление их в символьной форме;
- классификация;
- кластеризация;
- построение многопараметрической линейной регрессии.

Базовая версия пакета PolyAnalyst функционирует на платформе Windows NT, однако существует и версия программы для OS/2 Warp. Пакет PolyAnalyst может работать как на отдельном персональном компьютере, так и в сети с использованием технологии клиент – сервер. В последнем варианте пакет PolyAnalyst может выполнять несколько задач анализа данных, запущенных с разных рабочих мест локальной сети.

### **Программный пакет Fortel Trade [17]**

Одной из торговых систем, работающих в режиме *on line* на базе нейросетевой технологии, является программа Fortel Trade.

Указанная система в режиме *on line* функционирует следующим образом. Данные поступают на вход программы с биржи через одну из существующих систем передачи биржевых данных (Signal Data Inc , Reuter, Daw Jonce Teletrade и т.д.) в режиме *tick by tick* и преобразуются в форматы торговой системы. Заранее обученный нейросетевой прогнозатор оценивает полученную информацию и

принимает решение о поведении цен в ближайшем будущем (30-60 мин). На основе этого прогноза и торговой стратегии, зафиксированной перед началом торговой сессии, генерируется сигнал о параметрах выбранной позиции. Эта информация передается по телефону в брокерскую контору или же непосредственно на пит. После получения данных о цене, по которой реально может быть совершена сделка, указанная цена вводится в систему, и система продолжает следить за происходящим, сообщая о текущей прибыли и времени нахождения в позиции. Через некоторое время (но обязательно в течение текущей сессии) принимается решение о выходе из позиции (*at Market* или *at Limit*), и процедура повторяется. Все происходящее автоматически протоколируется в системе. Таким образом, на протяжении одной сессии торговля происходит в автоматическом режиме. На человека возложена лишь роль «телефонной барышни». При необходимости на любом этапе человек может сам принимать решения и вводить их в торговую систему. Система будет автоматически протолировать все команды и вычислять текущее состояние позиции и окончательный результат. Система также может показать на экране свой прогноз, а человек сам принимает решение о выборе позиции, учитывая (или не учитывая) полученный прогноз.

Система написана на Visual C++ и работает в операционных средах Windows 95 и Windows NT. При наличии компьютера Pentium 166 и 32 Мбайт оперативной памяти можно одновременно торговать в режиме *on line* на нескольких биржевых площадках.

Система проходила натурные испытания на рынках FOREX и FUTURES. Результаты испытаний удовлетворительные.

## **Программный пакет FuziCalc**

Программный пакет FuziCalc относится к хорошо известному классу программ - электронным таблицам и предназначен для хранения данных, их обработки, а также для выполнения простых расчётов и оценок. В указанном пакете реализованы алгоритмы нечёткой логики, что позволяет работать с нечёткими данными так же

легко, как и с обычными числами.

Программа позволяет хранить в ячейках таблицы не только числа, но и образы нечётких множеств. С нечёткими данными легко можно оперировать, например, складывая или умножая ячейки таблицы, где они хранятся. Имеется возможность вычисления функций от ячеек, где хранятся нечёткие данные, подобно тому, как это делается с числами в таких популярных электронных таблицах, как Excel и Quattro.

Программа FuziCalc рассчитана на использование в среде Windows, начиная с версии 3.11 и более старших версий. Следует отметить ориентированность интерфейса на графическое представление нечёткой информации.

### **Пакет MESA 96 [30]**

Пакет MESA распознает два основных состояния финансового рынка – состояние циклического изменения и тренд. Анализируя текущие изменения курсов финансовых инструментов с помощью гармонических колебаний некоторой частоты и сравнивая частоту доминанты с частотами ранее наблюдаемых доминирующих колебаний, пакет позволяет определять интервалы времени, когда изменение курса исследуемого финансового инструмента (например, валюты) определяется внутренними законами финансового рынка, а когда - внешними форс-мажорными обстоятельствами.

Пакет MESA можно рассматривать как фильтр, на входе которого – массив данных изменения цены, а на выходе – краткосрочный прогноз. Пакет MESA непрерывно производит следующий анализ: выходной сигнал сравнивается с наблюдаемым движением цены, а по рассогласованию подстраивается фильтр.

Изменение характера рынка фиксируется по отсутствию корреляции между изменением фазы доминанты, определяемой пакетом MESA в текущий момент времени, и соответствующим изменением фазы по экстраполированным данным... Эта корреляция, как считают разработчики программы, информативна для идентификации трендов.

Метод анализа, заложенный в основу пакета, позволяет изучать циклы развития рынка по небольшой по объёму выборке данных о ценах того или иного финансового инструмента. Основное применение пакета MESA, по-видимому, можно рассматривать как дополнение к набору программ технического анализа, например, таких, как MetaStock и др. Безусловным достоинством пакета MESA является удобный интерфейс и устойчивая работа пакета в различных средах Windows.

### **Программный пакет MetaStock [31]**

MetaStock for Windows фирмы Equis - один из наиболее популярных в России и на Западе пакетов для технического анализа финансовых данных.

Основные возможности MetaStock:

- это более 160 встроенных индикаторов;
- все виды отображения («крестики-нолики», «японские подсвечники» и др.);
- возможность ввода собственных формул, индикаторов и стратегий;
- автоматическая активация сигналов «покупка» и «продажа» по заданной стратегии;
- возможность подключения *on-line* к системам МФД-ИнфоЦентра и многое другое.

Среди программ технического анализа MetaStock пользуется заслуженной славой одного из наиболее мощных и серьёзных пакетов. Действительно, практически все известные на сегодняшний день операции, которые необходимо совершать при использовании технического анализа финансовых данных и которые при этом могут быть автоматизированы, встроены в MetaStock, причём весьма удачным образом. Помимо этого предусмотрены широчайшие возможности адаптации пакета под требования пользователей, а именно:

- построение собственных индикаторов, включение их в «горячий список»;
- модификация стандартных индикаторов;
- мощнейший DownLoader для перевода данных из файлов типа Excel и ASCII (.txt, .asc);
- оптимальный интерфейс с возможностью его адаптации к требованиям конкретного пользователя и т. д.

Для обработки в пакете MetaStock потока данных от МФД-ИнфоЦентра, существует специализированная программа-конвертор – SmartDownloader (SDL). Такая стыковка отмеченных программ позволяет анализировать как *real-time* ход торгов, так и автоматически вести архив с итогами дня. Конвертор SDL осуществляет связь с программами МФД-ИнфоЦентра через DDE, что обеспечивает полный без потерь перевод информации и снижает затраты времени на преобразование данных.

В составе пакета MetaStock имеются подсистемы System Tester и The Explorer.

Система System Tester позволяет осуществлять оптимизацию решений по одному или же нескольким выбранным критериям. Фирмой поставляется несколько методик оптимизации, включая методику максимизации прибыли. Каждая методика оптимизации предполагает задание некоторых исходных параметров. Например, в случае запуска методики максимизации прибыли пользователь должен задать желаемый размер прибыли и ценовой диапазон, в котором система должна работать. Результатом работы системы будет отдельный график, отражающий полученные результаты.

Подсистема The Explorer работает сходным образом, она ищет зависимости и связи, основанные на математических закономерностях (например, с помощью корреляционного и циклического анализов). Указанные зависимости определяются не только в рамках одного какого-то инструмента, а по всем инструментам, которые задал пользователь, или по которым имеются данные в архивах.

Подсистемы System Tester и The Explorer предоставляют возможность пользователю разрабатывать собственные методики тестирования и проведения исследований и проверять их работоспо-

способность. Это обстоятельство является очень важным для проведения аналитической работы.

Пакет MetaStock 6.5 for Windows является полностью 32 - битным приложением. Пакет позволяет пользователю использовать все новейшие возможности и преимущества операционных систем Windows 95 и Windows NT, например, такие, как многозадачность, поддержка длинных имён файлов и так далее. Пакет MetaStock 6.5 имеет настоящий объектно-ориентированный интерфейс, при этом пользователь может работать с пакетом так же легко, как с любым приложением Microsoft Office 2000.

### **Пакет SuperChart [32]**

Во всем мире компания Omega Research - разработчик пакета **SuperCharts**, считается самым уважаемым производителем систем для технического анализа финансового рынка. Многими экспертами признаётся, что нынешнее 4-ое поколение **SuperCharts** является оптимальной системой по соотношению «возможности – цена». Отличительной особенностью указанного пакета является минимальное время, которое требуется затратить пользователю на обработку данных и настройку программы. Это позволяет уделить ему больше времени непосредственно аналитической работе.

Сегодняшние возможности пакета SuperCharts это:

- поддержка работы в режиме Intraday;
- 83 индикатора технического анализа;
- 6 индикаторов фундаментального анализа, таких, как EPS Bearish Indicator, EPS Bullish Indicator, Dividends Indicator и др. (при наличии соответствующих данных от Dial Data или других поставщиков);
- возможность разработки собственных индикаторов и торговых стратегий;
- автоматическая активация сигналов «покупка» и «продажа» по заданной стратегии;
- уникальная система Expert Analyst Indicator, определяющая, какие типы индикаторов будут лучше работать при данной ситуации



на рынке;

- опция Expert Commentary, позволяющая получить экспертный комментарий к большинству индикаторов, в том числе и к Expert Analyst Indicator;

- утилиты ShowMe и PaintBar, обеспечивающие простоту изучения ситуации на рынке путем идентификации его текущего состояния;

- опция Trading Systems, включающая в себя библиотеку примеров торговых систем;

- опция Drawing Objects, позволяющая работать с библиотекой из 13 графических объектов, 8 из которых предназначены для анализа *end-of-day* и *real-time* данных;

- опция Chart Scanner автоматически сканирует сотни графиков, анализирует их и говорит, какие из торговых систем дают сигналы на покупку или продажу;

- библиотека макрокоманд, позволяющая вводить команды с клавиатуры;

- quick Option - электронная таблица для оценки текущей доходности операций позволяет работать с фьючерсами и опционами;

- возможность работать с форматами AIQ, CompuTrac, ASCII, CSI, KR Final Markets, Mesga-Tech, MetaStock, Telechart 2000, Tick Data без функции импорта.

Пакет SuperCharts, несомненно, является высокопрофессиональной системой для технического анализа финансовых рынков.

## **Программный продукт ProfitMaker [34]**

Программа **ProfitMaker** начала разрабатываться с 1995 г. российской фирмой МП «КИТ» /«Кибернетика, Информатика, Технологии»/. Основным разработчиком пакета с самого первого этапа работ и по настоящее время является автор настоящей книги (E-mail: [zhizhilev@comtv.ru](mailto:zhizhilev@comtv.ru); <http://www.fcf.ru>).

Указанный пакет стоит особняком от существующего по состоянию на сегодняшний день программного обеспечения для финансового рынка. Это обусловлено, прежде всего, тем, что пакет

даёт в руки инвестора не методы или же инструменты, которые он может использовать или нет, а ProfitMaker является самодостаточной «алгоритмической машиной (автоматом) для формирования потенциально возможной прибыли». Никаких других задач пакет не решает. Исключением из этого являются лишь чисто технические функции, выполняемые пакетом, такие, как работа с ретроспективными данными, визуализация результатов, поддержка баз данных и так далее.

Если ряд ранее рассмотренных «продвинутых» пакетов, например, таких, как Fortel Trade, PolyAnalyst и т. д. используют технологии «искусственного интеллекта» (нейронные сети, эволюционное программирование и генетические алгоритмы) для прогнозирования и принятия инвестиционных решений, то пакет ProfitMaker базируется в чистом виде на строгой математической теории оптимального управления динамическими системами[6]. Корни этой методологии идут из области техники – авиационной, ракетно-космической, судостроения и т. д.

Почему, например, самолеты могут с высокой точностью поддерживать траектории полета, а ракеты могут без промаха поражать цели? Ответ на этот вопрос известен и он состоит в том, что для высокоточных и ответственных технических динамических систем используют методы оптимального управления ими. Но если математические модели подвижных объектов, с одной стороны, и финансового рынка, с другой стороны, могут быть представлены в виде одних и тех же (по форме) дифференциальных или же разностных уравнений, то с формальной точки зрения совершенно безразлично, чем управлять - самолетом или ракетой или же портфелем финансовых инструментов. Главное, чтобы математические модели управляемых систем были бы одинаковыми. Именно эта тождественность моделей задач, позволяют использовать для оптимального управления портфелем финансовых инструментов мощные и хорошо зарекомендовавшие себя на практике математические методы [2,6,14].

Применительно к финансовому рынку целью управления портфелем является выбор такой динамической последовательности

инвестиционных решений (в виде пропорционального состава входящих в портфель финансовых инструментов), при реализации которой в течение всего планируемого периода будет обеспечено максимально возможное приращение стоимости портфеля. Реализация указанного управления обеспечит инвестору извлечение потенциально возможной для финансового рынка прибыли (дохода) на вложенные средства, если, конечно, инвестор будет придерживаться выдаваемых рекомендаций.

В настоящее время существует две версии программы ProfitMaker – для рынка ценных бумаг (торговля акциями, облигациями и опционами) и для маржинальной торговли (FOREX & FUTUREX Markets).

При торговле акциями и облигациями, безусловно, возможно проведение краткосрочных спекулятивных операций. Однако основная цель торговли указанными инструментами – это наращивание стоимости портфеля в долгосрочном аспекте (квартал и более). Указанное обстоятельство определяет необходимость торговли соответствующими инструментами по возрастающим трендам эффективности. Подобная трендовая торговля ведётся с помощью программы на базе использования математических методов оптимального управления (см. выше раздел 7).

Вторая версия программы ProfitMaker изначально ориентирована для осуществления спекулятивной деятельности на рынках FOREX & FUTUREX при маржинальной торговле. Основная функция, выполняемая программой – это выработка прогнозов минимальных и максимальных курсов основных мировых валют «сегодня на завтра» и выдача спекулянту рекомендаций по стратегиям торговли.

В пакете ProfitMaker реализованы следующие функциональные модули:

- 1) Модуль оценивания статистических характеристик финансового рынка.

В рамках указанного модуля решаются задачи статистического оценивания автокорреляционных функций для всех обращающихся на рынке финансовых инструментов, а также оцениваются вза-

имные ковариации между инструментами (оцениваются элементы ковариационной матрицы финансового рынка).

#### 2) Модуль синтеза математической модели финансового рынка

На основе известных соотношений [4,25] между корреляционными функциями случайных процессов и дифференциальными (разностными) уравнениями идентифицируются векторно-матричные дифференциальные (разностные) уравнения, описывающие статистическую динамику финансового рынка.

#### 3) Модуль синтеза математических фильтров и предикторов.

В этом модуле осуществляется синтез структуры и параметров алгоритмов оценивания и прогнозирования случайных процессов. Синтезируются дискретные фильтры Калмана, Винера-Колмогорова, наблюдатели Луэнбергера, различные операторы авторегрессии-скользящего среднего и т.д. Указанные алгоритмы с помощью процедур их обучения и адаптации, настраиваются на «статистический портрет» финансового рынка. Из всех алгоритмов затем выбирается один алгоритм или же их некоторая комбинация, которая обеспечивает минимальную среднеквадратичную ошибку оценивания (прогнозирования) для массива ретроспективных данных по финансовому рынку.

#### 4) Модуль прогнозирования.

В указанном модуле осуществляется прогнозирование курсов и эффективности (доходности) всех обращающихся на рынке финансовых инструментов с упреждением на несколько торговых сессий вперёд.

#### 5) Модуль выработки управления портфелем

В данном модуле решается задача оптимизации портфеля на основе алгоритмов динамического программирования Р. Беллмана. Входной информацией для алгоритмов оптимизации являются результаты прогнозирования эффективности финансовых инструментов, а на выходе процедуры оптимизации пользователь получает информацию о пропорциональных долях финансовых инструментов, из которых должен состоять оптимальный портфель.

Программа ProfitMaker написана на Clipper 5.01 и MicroSoft C и работает в DOS и во всех средах Windows.

## РАЗДЕЛ 9. Экономическая эффективность оптимального управления портфелем ценных бумаг

---

Из настоящего раздела читатель получит представление о достижимой эффективности торговли на российском рынке ценных бумаг. В качестве примера рассматриваются данные торгов в Российской Торговой Системе (РТС-1) и на Московской Межбанковской Валютной Бирже (ММВБ) в период времени 3-4 квартал 1997 г. при использовании для выработки инвестиционной стратегии компьютерной программы ProfitMaker. Представленные результаты дают основание считать, что оптимальное управление портфелем ценных бумаг в рамках методологии кибернетики можно рассматривать как новую форму процентного арбитража. Участники рынка, использующие алгоритмы оптимального управления портфелем финансовых инструментов, смогут устойчиво извлекать более высокую норму прибыли, чем это в среднем позволяет сделать рынок.

### 9.1. Практика – критерий истины

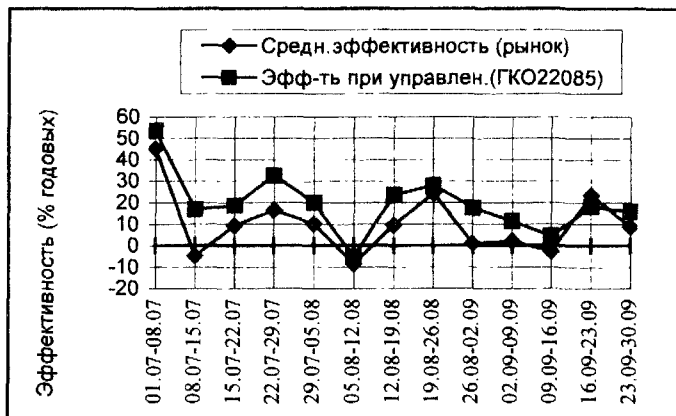
Желание участников финансового рынка повысить экономическую эффективность своей деятельности, вынуждает их искать новые резервы для повышения прибыльности совершаемых операций. Как было показано в разделе 7, а также в работах [1,2,3], одним из таких важных резервов является использование современных методов теории оптимального управления [6] для извлечения потенциально возможной прибыли на финансовом рынке. Однако какой бы не казалась стройной любая предлагаемая «теория», только результаты её практической проверки в реальных условиях рынка могут выступать в качестве дост точно убедительных аргументов её эффективности и полезности для инвестиционной практики.

В связи с этим, ниже приводятся результаты [3] применения методологии извлечения потенциально возможной прибыли на рынке государственных ценных бумаг (ГКО–ОФЗ), а также на рынке акций в реальных условиях торговли в период времени 3-4 квартал 1997 г.

## 9.2. Основные результаты

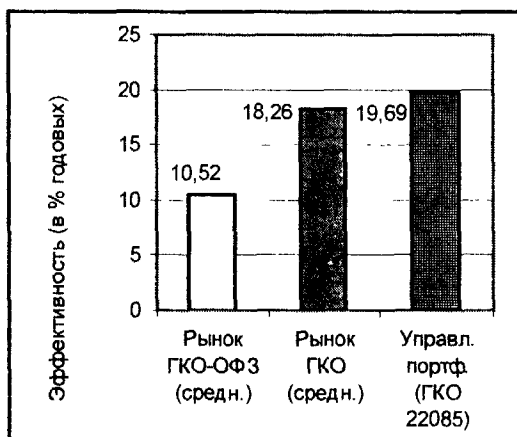
Оценки эффективности оптимального управления портфелем ценных бумаг ниже приводятся отдельно для рынка ГКО–ОФЗ (рис. 9.1 – рис. 9.4) и для рынка акций (рис. 9.5, рис. 9.6). Указанные оценки получены на основе использования статистического материала по данным торгов на ММВБ (для ГКО – ОФЗ) и в РТС-1 (для акций) в период времени 3-4 квартал 1997 г. Кроме того, приводятся алгоритмы (методики), по которым были получены соответствующие оценки.

На рис. 9.1 представлена динамика изменения средней эффективности рынка ГКО – ОФЗ в 3 квартале 1997 г. (в % годовых), оцененная по «средневзвешенным» ценам, а также динамика изменения текущей эффективности «оптимальной» ценной бумаги (ГКО 22085).



**Рис.9.1** Динамика изменения эффективности рынка ГКО–ОФЗ в 3 квартале 1997 г.

На рис. 9.2 представлены средние (по всем выпускам ценных бумаг) значения эффективности рынка ГКО-ОФЗ, рынка ГКО и результирующая эффективность портфеля с «оптимальной» ценной бумагой (ГКО 22085). Соответствующие оценки эффективности проводились применительно к изменению средневзвешенных цен соответствующих ценных бумаг в 3 квартале 1997 г.



**Рис. 9.2.** Результирующая эффективность рынка ГКО-ОФЗ в 3 кв. 1997 г.

На рис. 9.3. представлена динамика изменения во времени эффективности (по средневзвешенным ценам, 4 квартал 1997 г.) для рынка ГКО-ОФЗ и текущая эффективность «оптимальной» инвестиционной стратегии в виде последовательного включения в портфель в определенные моменты времени (см. рис. 9.3) и в объеме 100 % конкретных выпусков ГКО («оптимальное» управление портфелем).

На рис. 9.4 приведены оценки результирующей эффективности управления портфелем ГКО-ОФЗ (по средневзвешенным ценам) в 4 квартале 1997 г. по сравнению со средним значением эффективности рынка ГКО-ОФЗ для того же периода.

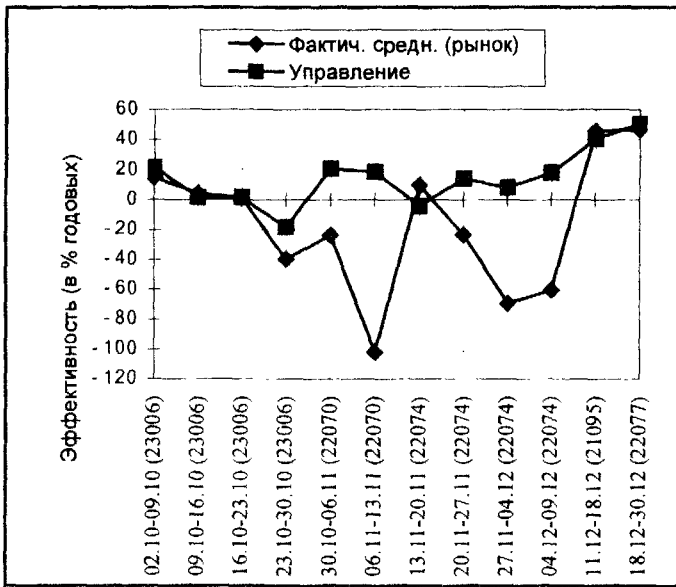


Рис. 9.3. Динамика изменения эффективности рынка ГКО-ОФЗ в 4 кв. 1997 г.

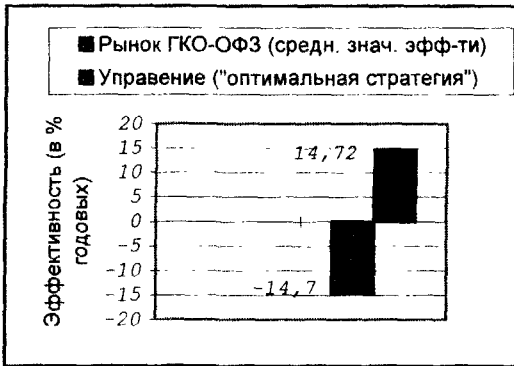


Рис. 9.4 Результирующая эффективность рынка ГКО-ОФЗ и эффективность «управляемого» портфеля.



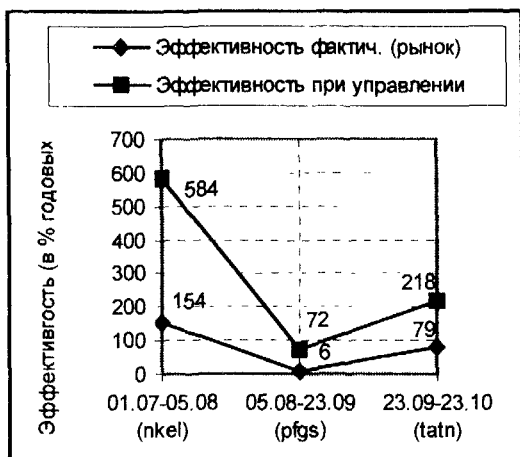
На рис. 9.5. представлена динамика изменения средней эффективности рынка акций в 3 - 4 квартале 1997 г., оцененная по данным изменения котировок в РТС-1 средневзвешенных цен, а также динамика изменения во времени текущей эффективности «оптимальной» инвестиционной стратегии.

В качестве примера (а также с целью уменьшения размерности решаемой задачи) выбраны 12 акций («голубые фишки») и полагается, что они представляют весь рынок. Указанные акции имеют следующие наименования и коды в РТС-1: РАО ЕЭС России («eesg»), АООТ «Ижорские заводы» («irgz»), ОАО «Мосэнерго» («msng»), ОАО «Пурнефтегаз» («pfgs»), РАО «Ростелеком» («rtkm»), АО «Сургутнефтегаз» («sngs»), АО «Татнефть» («tatn»), ОАО НК «Лукойл» («lkoh»), ОАО НК «Лукойл (прив.)» («lkohp»), РАО «Норильский никель» («nkel»), ОАО «Сбербанк РФ» («sber»), ОАО «Сбербанк РФ (прив.)» («sberp»).

Оптимальная инвестиционная стратегия в период времени 01.07.97 - 23.10.97 г. состояла в следующем (см. рис. 9.5). В указанный период времени в портфеле должны были присутствовать в объеме 100% следующие акции: с 01.07.97 по 05.08.97 - акции «Норильского никеля» («nkel»), с 05.08.97 по 23.09.97 - акции АО «Пурнефтегаз» («pfgs»), с 23.09.97 по 23.10.97 - акции АО «Татнефть» («tatn»).

На рис. 9.5. сравнение текущей эффективности «оптимальной» инвестиционной стратегии проводится в сравнении со средней эффективностью рынка акций на том или ином отрезке времени.

На рис. 9.6 представлены результирующие данные по экономической эффективности оптимальной инвестиционной стратегии (оптимального управления портфелем акций) в период времени с 01.07.97 по 23.10.97. Значение результирующей эффективности оптимального управления портфелем акций получено на уровне 268,8%.



**Рис. 9.5.** Динамика изменения эффективности рынка акций и эффективности оптимального управления портфелем.



**Рис. 9.6.** Результирующая эффективность рынка акций и эффективность оптимального управления портфелем.

## Алгоритмы получения оценок

Алгоритм оценивания средней эффективности рынка. Соответствующие оценки среднего значения эффективности рынка (по средневзвешенным ценам) для того или иного периода времени были получены как отношение суммы эффективностей всех обращающихся на рынке ценных бумаг (или группы ценных бумаг – для акций) к их общему числу (по номенклатуре).

Алгоритм оценивания эффективности динамически управляемого портфеля. В управляемом портфеле в различные периоды времени могут присутствовать те или ценные бумаги, при этом в процессе управления осуществляется замена одних ценных бумаг на другие ценные бумаги (в объеме 100 %). Если вопрос оценивания эффективности любой ценной бумаги на том или ином отрезке времени не представляет никаких трудностей, то вопрос о том, как оценить эффективность управляемого портфеля требует специальных комментариев.

Экономическая сущность использованного нами алгоритма оценивания эффективности состоит в следующем. Любая ценная бумага в процессе её нахождения в портфеле в течение того или иного отрезка времени обеспечивает некоторое относительное приращение стоимости каждого рубля, вложенного в соответствующую ценную бумагу. Если просуммировать все относительные приращения стоимости каждого рубля по всем когда-либо находившимся в портфеле ценным бумагам, полученная сумма будет определять приращение стоимости управляемого портфеля. Далее можно положить, что указанное приращение стоимости портфеля в течение периода времени управления им обеспечила некоторая «синтетическая» (условная) ценная бумага. Разделив указанное приращение стоимости портфеля на период времени управления, получим приращение стоимости каждого рубля «внутри» синтетической (условной) ценной бумаги. Умножая указанную величину на «100» и на «360», получим эффективность управления портфелем в процентах годовых. Выше был раскрыт экономический смысл оценивания эффективности управляемого портфеля.

Тот же результат можно получить, если текущие значения эффективности когда-либо находившихся в портфеле ценных бумаг дополнительно «взвесить» по периодам времени фактического их присутствия в управляемом портфеле. Применительно к управляемому портфелю для рынка акций (см. рис. 9.5.) для результирующей эффективности управляемого портфеля будем иметь:

$$\tilde{E} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m E_i \cdot d_i,$$

где  $\tilde{E}$  - результирующая эффективность управляемого портфеля (в % годовых);

$E_i$  - текущее значение эффективности (в % годовых) той или иной акции из «оптимальной» стратегии, оцененное на соответствующем промежутке времени (см. рис.9.5);

$n=16$  - общее число недель, в течение которых оценивалась «оптимальная» стратегия;

$m=3$  - число периодов времени, в течение которых в портфеле присутствовали те или иные акции из «оптимальной» стратегии;

$d_i = \{5,7,4\}$  - весовые множители, соответствующие числу недель фактического присутствия в портфеле тех или иных акций при «оптимальной» стратегии (например, акции «nkel» - 5 недель, акции «pfgs» - 7 недель и т. д.).

### ***Комментарии к приведённым результатам***

Для рынка ГКО–ОФЗ. Общий комментарий к результатам по рынку ГКО–ОФЗ состоит в следующем. Для указанного рынка в рассмотренный период времени была характерна высокая степень «близости» эффективности обращающихся на нём ценных бумаг. Указанное обстоятельство выражалось в том, что в условиях «спокойного» рынка (3 квартал 1997 г.) ротаций портфеля практически не требовалось, если в него первоначально была помещена перспективная (по эффективности) ценная бумага. В условиях «возмущенного» рынка (в 4 квартале 1997 г.) уже требовалась ротация портфеля (см. рис. 9.3).

Для рынка акций. Экономическая эффективность оптимального управления портфелем акций представлена на рис. 9.5, 9.6. Указанная эффективность оценивалась по сравнению со «средней» эффективностью рынка за тот или иной период времени. Из приведённых выше результатов следует, что рынок акций (в период времени до начала кризиса мирового и российского рынка ценных

бумаг в конце октября 1997 г.) имел очень высокий потенциал для извлечения прибыли. Синтезированная оптимальная инвестиционная стратегия позволяла извлекать прибыль на уровне 268 % годовых в долларах США.

Общий комментарий. Как следует относиться к представленным выше результатам и можно ли их экстраполировать для любых будущих отрезков времени или же нет?

Ответ на этот вопрос может быть следующим. То, что эффективность управления портфелем ценных бумаг была на уровне приведённых выше значений, а не иной, определялось только случайной эффективностью ценных бумаг, обращавшихся на рынке именно в тот период времени.

Для любого другого периода времени текущие эффективности ценных бумаг могут быть существенно иными и, следовательно, иными будут получаемые результаты оптимального управления портфелем.

*Главный фактор, который определяет потенциально достижимое значение эффективности управления портфелем ценных бумаг – это собственно рынок. Если курсы всех обращающихся на рынке ценных бумаг будут падать (их эффективности как расчётные величины также будут падать), при этом запрещается проведение операции «продажа без покрытия», то кроме убытков инвестора на подобном рынке ничего не ждёт.*

В указанной ситуации инвестору надо просто уходить с данного рынка на тот рынок, где наблюдается рост котировок обращающихся на нём финансовых инструментов.

*Каждый инвестор должен чётко понимать, что само по себе «оптимальное управление портфелем» – это лишь способ мобилизации скрытых резервов рынка.*

Если сама среда, в рамках которой инвестор ищет скрытые резервы для извлечения прибыли, неблагоприятна для этих целей, то никакое «оптимальное управление» ему не поможет.

С учетом сказанного, нет чёткого и однозначного ответа на вопрос, чего инвестор сможет добиться, используя методы оптимального управления портфелем ценных бумаг. Чтобы что-то предпринимать на конкретном рынке, надо сначала оценить перспективность рынка для извлечения прибыли. Для этого желательно сначала оценить среднее значение эффективности обращающихся на рынке инструментов, а потом уже при общей перспективности рынка пытаться достигнуть наилучших из всех возможных результатов для данного конкретного рынка.

### 9.3. Выводы

Из представленных в разделе 9.2 результатов по оптимальному динамическому управлению портфелем ценных бумаг в период времени 3 – 4 квартал 1997 г. можно сделать следующие выводы:

1) реально достижимая эффективность (доходность) управляемого портфеля ценных бумаг во всех случаях превышает среднее значение эффективности рынка в целом;

2) наиболее перспективным для оптимального управления в рассматриваемый период времени являлся портфель, составленный из акций. Реально доходность подобного управляемого портфеля акций более, чем в 5 раз превышала среднее значение доходности рынка акций в целом, и в абсолютном выражении составляла порядка 268 % годовых (см. рис. 9.6);

3) учитывая высокую эффективность оптимального управления портфелем ценных бумаг, его можно рассматривать как *новую форму процентного арбитража*, позволяющего отдельным наиболее квалифицированным участникам рынка устойчиво извлекать прибыль, превышающую среднюю норму прибыли по рынку в целом.

## **РАЗДЕЛ 10. Потенциальная экономическая эффективность спекулятивной деятельности на рынке FOREX**

---

**П**осле прочтения настоящего раздела читатель будет иметь представление о достижимом уровне доходности спекулятивных операций с различными валютами на рынке FOREX. Кратко рассматриваются основные стратегии извлечения прибыли, а также вопросы оптимального статистического прогнозирования курсов валют.

Подробно рассматриваются вопросы тестирования торговых систем для рынка FOREX, а также представлена математическая формулировка задачи по оцениванию эффективности маржинальной торговли. Достаточно подробно рассмотрен алгоритм максимизации прибыли на рынке FOREX и условия беспроеигрышной торговли.

### **10.1. Сколько можно заработать на FOREX?**

Ответим сразу. По мнению автора, которое базируется на приводимых в настоящем разделе фактах, на рынке FOREX спекулянт может устойчиво зарабатывать на уровне 10% в день. Указанная оценка возможной прибыли получена в результате усреднения дневной эффективности торговли за 10 лет. Более того, подобная эффективность торговли может быть достигнута при условии практического отсутствия проигрышей. А если, уважаемый читатель, эту дневную эффективность торговли пересчитать на месяц, год...???

Прочитав подобное заявление, все, кто не является новичком на финансовых рынках, безусловно, будут сильно раздражены, так как оно входит в явное противоречие со всеми ранее сложившимися

ся представлениями о возможностях извлечения прибыли, как во всех реальных секторах экономики, так и на финансовых рынках.

Действительно, здесь может возникнуть резонный вопрос, если где-то можно зарабатывать в день (сутки) так много, то зачем вообще заниматься в жизни какими-либо другими делами, кроме как разрабатывать найденную «золотую жилу»? Попробуем далее ответить на этот вопрос.

Как известно, рынок FOREX – это сегмент финансового рынка. Как и в любой деятельности, осуществляемой в реальных секторах экономики, так и на финансовых рынках все участники рыночных процессов могут рассчитывать только на некоторую «среднюю» норму прибыли, которая несоизмеримо меньше указанных нами значений. В чем же тут дело?

Ответ на это очень простой, и он может состоять в следующем. Ранее при рассмотрении структуры финансового рынка мы отмечали, что на рынке FOREX присутствуют два его сегмента – реальные конверсионные операции с реальной поставкой валюты на условиях спот (через 1-2 дня) и в рыночных объёмах (более 1 млн. долларов США) и маргинальная торговля валютой.

В условиях маргинальной торговли валютой на рынке FOREX её реальных поставок не осуществляется, а саму торговлю можно рассматривать в качестве одной из разновидностей «финансовых игр». Все участники подобных «игр» не могут оказывать никакого влияния на финансовый рынок в силу того, что все их действия носят виртуальный (воображаемый) характер. С учётом сказанного можно предположить, что результаты финансовых игр, в части получаемых отдельными игроками выигрышей и проигрышей, находятся вне поля действие реальных экономических законов.

*В силу того, что маргинальная торговля валютой на рынке FOREX – это «игра», то к играм не могут относиться критерии определения норм прибыли, как это имеет место для реальных секторов экономики и для финансового рынка в целом.*



В «играх» принципиально возможно всё - как баснословные выигрыши, так и мгновенные разорения.

Следует отметить, что «финансовые игры» очень широко распространены на денежном рынке и рынке ценных бумаг [8]. Например [8], на рынке ценных бумаг, в частности при торговле фьючерсными контрактами, используется тот же самый принцип «маржинальной торговли». В указанной торговле более, чем 90% сделок – это та же самая «финансовая игра», по результатам которой участники расплачиваются между собой в денежной форме, и никаких поставок базовых активов, лежащих в основе фьючерсных контрактов не предусматривается. Наиболее ярким примером «финансовых игр» на рынке ценных бумаг является фьючерсная торговля контрактами на рыночные индексы (S&P 500 и др.) [8]. По самому определению рыночный индекс является чисто расчётной величиной и по этой причине он не может физически быть поставлен в будущем. Поэтому подобного вида «торговля» - это 100% «финансовая игра», но с реальными денежными расчётами между участниками.

Цель проведения большинства «финансовых игр» состоит в том, чтобы дать всем участникам игры возможность заработать реальные деньги. Это достигается за счёт проигрыша дилетантов и неудачников и перераспределения их денег в пользу более компетентных и удачливых участников игры.

*В любых играх, в том числе и финансовых, кроме случайного везения имеется также возможность выигрывать за счёт использования некоторой «системы» в игре.*

Именно такой «системой», открывающей перед участниками игры новые возможности по извлечению прибыли, и являются рассматриваемые в настоящей книге современные «математические технологии».

## 10.2. Основные стратегии извлечения прибыли на рынке FOREX

Маржинальная торговля любыми финансовыми инструментами (валютами и фьючерсными контрактами) имеет ряд особенностей, которые спекулянту необходимо учитывать при осуществлении им своей практической деятельности. Рассмотрим далее кратко указанные особенности и возможные способы их учёта в стратегиях спекуляций.

Выше (см. разд. 7) нами достаточно подробно рассматривалась стратегия оптимального управления портфелем финансовых инструментов, позволяющая извлекать потенциально возможную для финансового рынка прибыль в условиях ограничения риска инвестиций.

Экономический смысл рассмотренной ранее стратегии прозрачен и очевиден. Он состоит в том, чтобы на каждом шаге принятия решений заранее включать в портфель только те финансовые инструменты, которые в условиях ограничения риска инвестиций будут обеспечивать максимально возможное приращение стоимости портфеля. Если использовать указанную стратегию принятия решений для всего периода инвестиционной (спекулятивной) деятельности, то она обеспечит к моменту подведения итогов максимально возможное приращение стоимости портфеля. Последнее обстоятельство как раз и будет означать, что за счёт подобного управления портфелем будет извлекаться потенциально возможная (в вероятностном смысле) прибыль.

Следует отметить, что указанный алгоритм применим, в основном, для реальной торговли финансовыми инструментами. В реальных условиях торговли инвестор (спекулянт) при покупке тех или иных финансовых инструментов должен полностью оплатить их стоимость, при этом сама торговля – это реальный процесс обмена денег на покупаемый товар.

В случае фиктивности торговых операций, как это имеет место при маржинальной торговле, рассмотренный выше алгоритм из-

влечения потенциально возможной прибыли нуждается в уточнении и учёте конструкции игры, где он используется.

Указанные уточнения алгоритма проводятся ниже применительно к маржинальной торговле на рынке FOREX. Сделаем пока несколько замечаний по поводу.

Высокий спекулятивный потенциал маржинальной торговли на рынке FOREX обуславливается, прежде всего, эффектом «финансового рычага». Как мы отмечали ранее в разделе 2, при внесении участником маржинальной торговли соответствующего залога (маржи) ему предоставляется возможность оперировать в сделках на FOREX денежными средствами, существенно превышающими размер внесённого им залога. А так как эффективность любой торговли определяется относительно первоначально вложенного участником торговли капитала (маржи), то за счёт эффекта «финансового рычага» прибыли (убытки) в сделках возрастают пропорционально плечу «финансового рычага».

Так как все расчёты на FOREX выполняются в долларах США, то для расчёта прибылей (убытков) спекулянта наиболее удобно и наглядно пользоваться обратными котировками всех валют без исключения. Напомним, что изначально в обратной (косвенной) котировке котируется английский фунт стерлингов (GBP), а котировки других основных мировых валют (швейцарского франка (CHF), немецкой марки (DMK) и японской йены (YEN)) приводятся в прямых котировках. Пересчет прямых котировок валют в обратные (косвенные) котировки осуществляется по формуле:

**Обратная котировка (курс) = 1/курс валюты в прямой котировке**

Напомним, что обратная котировка валюты по экономическому смыслу отражает стоимость единицы любой иностранной валюты в долларах США.

Сущность алгоритма извлечения прибыли на FOREX для конкретной валюты очень проста и состоит в использовании только 2-х стратегий торговли.

Первая стратегия <<BUY - SALE>> предусматривает сначала покупку конкретной валюты (открытие «длинной» позиции по этой валюте), а затем её продажу (закрытие позиции).

Вторая стратегия <<SALE-BUY>> предусматривает сначала продажу конкретной валюты (открытие «короткой» позиции по валюте), а затем её обратную покупку (закрытие ранее открытой позиции).

Как пользоваться указанными стратегиями извлечения прибыли иллюстрируется ниже.

Рассмотрим сначала гипотетический случай, когда нам заранее будут точно известны значения максимальных и минимальных курсов конкретной валюты (далее мы рассматриваем только обратную котировку валют, т. е. их стоимость, выраженную в USD). Тогда для извлечения прибыли необходимо совершить скалперскую сделку, а именно, при использовании стратегии <<BUY-SALE>> надо сначала купить валюту по минимальной её цене, а затем продать её же по максимальной цене. Для стратегии <<SALE - BUY>> надо сначала продать валюту по максимальной цене, а потом выкупить её же по минимальной цене. Отметим, что последняя операция называется «продажа без покрытия» и она допустима, так как все выполняемые операции при маржинальной торговле на FOREX являются фиктивными.

Спекулятивная прибыль (в USD), в рассматриваемом случае точно известных минимальных и максимальных курсов, определяется естественными колебаниями стоимости конкретной валюты (в USD) и может быть рассчитана по формуле:

$$\text{PROFIT} = [\text{MAX (цены)} - \text{MIN (цены)}] * \text{LOT} \quad (10.1)$$

где: LOT - размер стандартного лота на покупку конкретной валюты.

Напомним, что размеры стандартных лотов на FOREX уже не меняются на протяжении многих лет и составляют величину, приблизительно равную ста тысячам долларов США.

В частности, размеры стандартных лотов для различных валют имеют значения [20,21]:

LOT GBP - 62.500 английских фунтов стерлингов;

LOT CHF - 125.000 швейцарских франков;

LOT DEM - 125.000 - немецких марок;

LOT YEN - 12.500.000 японских йен.

В соответствии с правилами маржинальной торговли на FOREX, если трейдер внёс залоговую маржу в \$1.000, то при плече «финансового рычага» 1:100, ему предоставляется возможность работы с одним любым из лотов. Если трейдер внёс залоговую маржу в \$2.000, то с двумя лотами и т. д.

Ниже, в качестве примера, на рис. 10.1 представлена курсовая динамика изменения стоимости английского фунта стерлингов, выраженная в долларах США.

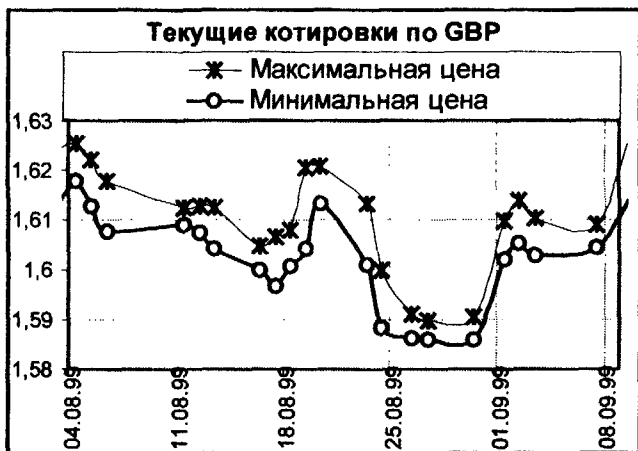


Рис. 10.1. Котировки английского фунта стерлингов

На рис.10.2. представлена курсовая динамика изменения стоимости швейцарского франка (в USD).

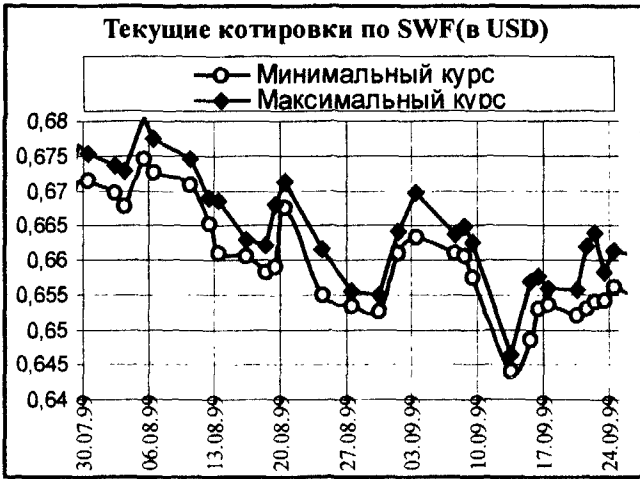
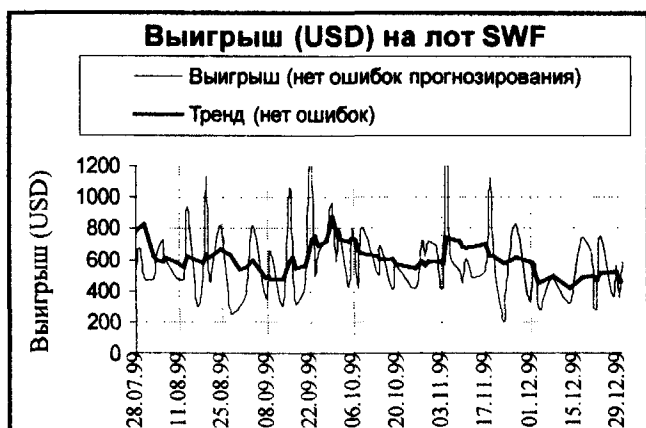


Рис. 10.2. Котировки швейцарского франка

На рис. 10.3 показан теоретически возможный выигрыш спекулянта (в USD) по английскому фунту, на рис. 10.4 выигрыш по швейцарскому франку.



Рис. 10.3. Максимально возможный выигрыш по английскому фунту стерлингов



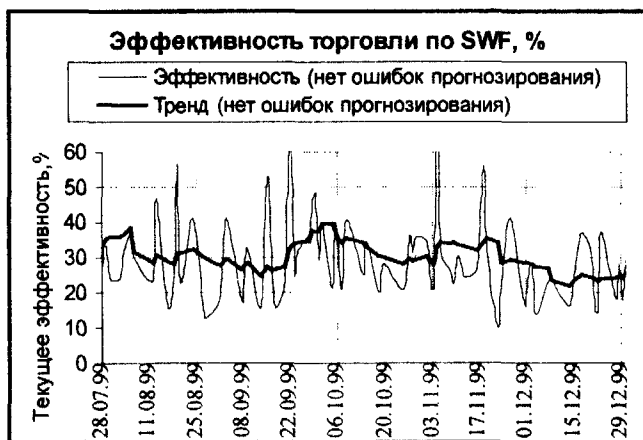
**Рис. 10.4.** Максимально возможный выигрыш по швейцарскому франку



**Рис. 10.5.** Максимально возможная дневная (суточная) эффективность торговли по английскому фунту стерлингов

На рис. 10.5 представлена максимально возможная дневная эффективность торговли по английскому фунту.

На рис. 10.6. представлена соответствующая дневная эффективность торговли по швейцарскому франку.



**Рис. 10.6.** Максимально возможная дневная (суточная) эффективность торговли по швейцарскому франку.

При оценках эффективности торговли в качестве базы, относительно которой оценивалась дневная (суточная) эффективность торговли, рассматривался суммарный депозит трейдера (залоговая маржа плюс вариационная маржа) в размере \$2.000.

При осуществлении торговли полагается, что трейдер в день (сутки) совершает только одну транзакцию в виде открытия и последующего закрытия своей позиции.

К сожалению, представленная выше картина по возможному выигрышу спекулянта и, соответственно, по эффективности его торговли слишком оптимистична и на практике не реализуема. Это обусловлено, прежде всего, тем, что заранее невозможно безошибочно предсказать завтрашние минимальные и максимальные цены (курсы) конкретной валюты. Как быть в этом случае?



Ответ давно известен - надо «сегодня» попытаться спрогнозировать на «завтра» минимальные и максимальные курсы соответствующих валют и строить стратегии внутридневной торговли в соответствии со сделанными прогнозами.

Почему именно требуется прогноз по минимальным и максимальным ценам (курсам) валюты также очевидно. Именно в этом случае у трейдера (спекулянта) имеется гипотетическая возможность при входе в рынок по соответствующему максимальному или же минимальному курсу валюты и последующем закрытии своей позиции «выбрать» максимально возможный «коридор» для своей прибыли.

С учетом всего сказанного выше становится очевидным, что именно вопрос ПРОГНОЗИРОВАНИЯ является тем центральным звеном, которое определяет успешность маржинальной торговли. Однако в решении указанного вопроса каждый участник торговли предоставлен сам себе. Один трейдер, полагаясь на свою удачу, ищет разгадку завтрашних курсов валют, глядя на потолок. Другой трейдер надеется найти ответы из чтения экономических новостей, третий пытается учитывать психологию торговли и так далее.

Любая точка зрения, безусловно, заслуживает внимание и уважение. Однако целью рассмотрения настоящей книги является использование для торговли только математических методов.

### **10.3. Оптимальное статистическое прогнозирование курсов валют**

При решении указанного вопроса в целях оценивания экономической эффективности торговли в настоящей работе используется методология, базирующаяся на использовании оптимальных методов прогнозирования и оценивания случайных процессов[5,28]. Теоретическая сторона указанных методов нами вкратце была рассмотрена в разделе 7. Практически соответствующие алгоритмы прогнозирования реализованы в программе ProfitMaker.

Следует отметить, что прогнозирование для рынка FOREX в концептуальном отношении может быть выполнено существенно

проще, чем для рынка ценных бумаг. Это обуславливается прежде всего богатейшим «статистическим прошлым» рынка FOREX. Так, например, если краткосрочные казначейские обязательства, допустим, «живут» до погашения 3-6 месяцев, то в распоряжении трейдера имеется очень «бедная» статистика торгов, по которой он может попытаться составить «статистический портрет» соответствующих ценных бумаг. Если нет представительных статистических данных для конкретного финансового инструмента, то трудно говорить об оптимальном статистическом прогнозировании его курсов. Как отмечалось ранее (см. разд. 7), оптимальное статистическое прогнозирование (с минимальными ошибками) возможно только в случае настройки алгоритмов прогнозирования на «статистический портрет» рынка в целом и обращающихся на нём финансовых инструментов.

Пытаться использовать оптимальные математические методы надо, безусловно, во всех случаях. Однако здесь надо отдавать себе отчёт в том, что в случае «бедной» статистики торгов недостаточность априорных сведений обязательно трансформируется в ошибки прогнозирования.

У рынка FOREX ситуация для формирования его «статистического портрета» практически идеальная. Это связано, прежде всего, с тем, что любой исследователь может воспользоваться статистическими данными по торгам более чем за 20-ти летнюю историю рынка. Вместе с тем, надо понимать, что знание «исторического прошлого» рынка ещё не гарантия того, что поведение обращающихся на нём финансовых инструментов можно прогнозировать. Так, например, ещё А. Эйнштейном исследовалось броуновское движение частиц и установлено, что положение броуновской частицы является чисто случайным. Строгую теорию чисто случайных процессов построил ещё в 1923 г. Н. Винер[4,26]. Он же ввёл описание для чисто случайных процессов через корреляционную функцию, соответствующую дельта-функции П. Дирака. В данной ситуации хорошо известен «статистический портрет» процесса в виде его корреляционной функции, однако вопрос его статистического прогнозирования решается отрицательно. Сам вид

корреляционной функции Дирака однозначно говорит о том, что знание «прошлого» в положениях броуновской частицы никак нельзя использовать для предсказания её «будущего» положения. Поэтому для броуновской частицы наилучшим прогнозом её «будущего» положения является её положение в данный момент времени. Попутно заметим, что применительно к финансовому рынку статистические модели для описания цен финансовых инструментов впервые предложены ещё в 1900 г. Л. Башелье[15]. Именно им впервые предложено рассматривать процесс изменения стоимостей акций как случайный процесс броуновского движения частиц. В последующем статистическая методология для описания рыночных процессов получила дальнейшее развитие и усовершенствование[1,2,8,9].

Применительно к прогнозированию цен валют на рынке FOREX возможности для прогнозирования здесь, с нашей точки зрения, весьма оптимистичны. Если мгновенные значения курсов валют действительно напоминают хаотичный процесс броуновского движения, то средние значения курсов в виде трендов «цен закрытия» (на 16:00 по Нью-Йорку), трендов максимальных и минимальных цен в функции времени (дат торгов) достаточно хорошо оцениваются и прогнозируются.

Именно прогнозы на один шаг вперед («на завтра») трендов «цен закрытия», минимальных и максимальных цен валют, являются выходом программы «ProfitMaker for Margin Trade», и они могут использоваться в дальнейшем трейдером для синтеза торговых стратегий.

Мы здесь не будем в подробностях рассматривать математические аспекты указанной проблематики, а приведем лишь конечные результаты в виде «прогона статистики» валютного рынка через алгоритмы прогнозирования программы ProfitMaker, преследуя конечную цель – получить более или менее корректные оценки экономической эффективности торговли на рынке FOREX.

Прежде, чем говорить о достижимой экономической эффективности торговли на рынке FOREX, кратко остановимся на той мето-

дологии, которой мы руководствовались при получении соответствующих результатов.

#### **10.4. Методология тестирования торговых систем для рынка FOREX**

Вопрос методологии тестирования является одним из центральных. От его корректного решения зависит убедительность приводимых не только нами, но также и любым другим исследователем результатов по достижимой эффективности торговли на рынке FOREX.

Если методология тестирования торговой системы порочна в корне или же страдает существенными изъянами, то получаемые в рамках её конкретные цифры уже могут потерять всякий смысл. Поэтому вопрос выбора методологии тестирования торговых систем – это не праздный вопрос, а завершающая часть иерархической схемы решения последовательности задач:

- выбора концепции и математической модели функционирования финансового рынка;
- разработки методов оценивания и прогнозирования состояния финансового рынка (курсов валют и других их производных характеристик);
- разработки статистических или же детерминированных правил принятия торговых решений (по «входу-выходу» в рынок) с целью извлечения прибыли;
- разработки методологии тестирования торговой системы, функционирующей в хаосе статистических процессов, протекающих на финансовом рынке.

Уже перечисленная выше последовательность необходимых к решению задач говорит о том, что тестирование системы – это всего лишь вершина айсберга концептуальных и математических проблем, без решения которых невозможно корректно и убедительно говорить о тестировании системы.

Как и любое сложное явление, методология тестирования торговой системы допускает различные варианты её решения. Однако для того, чтобы хоть как-то подступиться к решению указанной выше задачи, мы избрали путь некоторой идеализации и упрощения исследуемых статистических явлений.

По нашему мнению, это вполне допустимо, если конечной целью исследований ставить не выполнение строгих расчётов, например, до десятого знака включительно, а получение *оценок*, устанавливающих лишь порядок величин в достижимой эффективности торговли на рынке FOREX.

Следуя указанной методологии, мы кратко рассмотрим постановки и методы решения следующих задач:

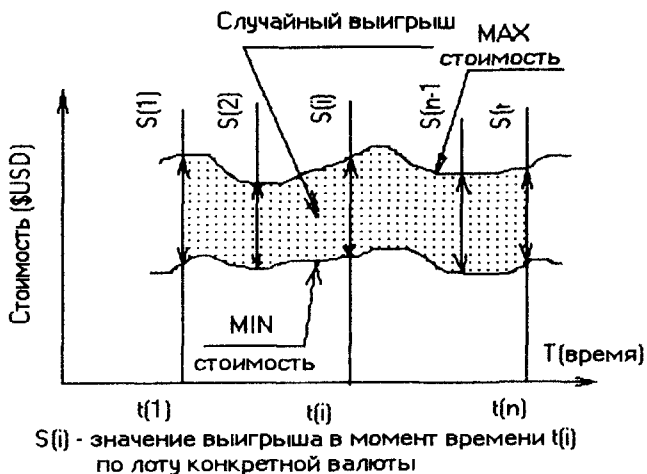
- синтеза математической модели задачи по оцениванию эффективности маржинальной торговли на рынке FOREX;
- разработки методов решения указанной выше задачи;
- выработки рекомендаций по максимизации прибыли, а также формулировки условий беспроигрышной торговли на FOREX.

### **10.5. Математическая формулировка задачи оценивания эффективности маржинальной торговли на FOREX**

Рассмотрим предварительно упрощенный случай, когда ошибки прогнозирования равны нулю. Это означает, что мы можем безошибочно предсказывать курсы валют на один шаг вперед. Тогда выигрыш (прибыль) в долларах США (мы рассматриваем только обратные котировки) будет определяться формулой 10.1, то есть:

$$\text{PROFIT} = [\text{MAX цены} - \text{MIN цены}] * \text{LOT (USD)}$$

Для различных дат торгов максимальные и минимальные цены валюты есть ничто иное, как реализации случайных величин. Поэтому значение возможного выигрыша (прибыли) – это некоторый отрезок  $S(i)$  случайной длины (со случ. ъными границами). На самом деле все процессы на рынке протекают в функции времени, при этом сама прибыль – это меняющаяся во времени «полоса» случайной ширины (см. рис. 10.7):

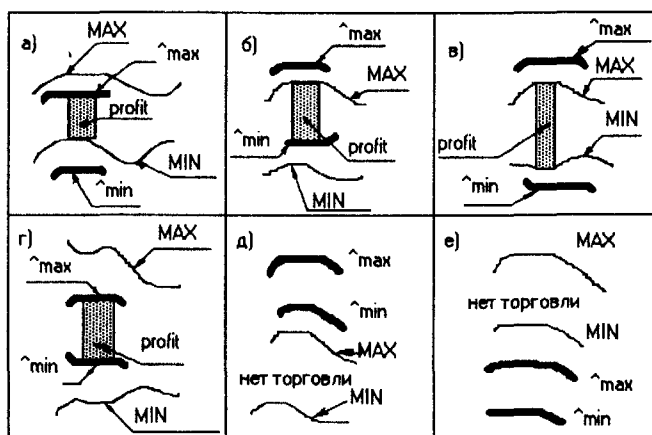


**Рис. 10.7.** Динамика изменения выигрыша (прибыли) во времени.

Если мы хотим в рамках корреляционной теории случайных процессов[26] далее оценивать эффективность торговли на рынке FOREX (на интервале времени  $t(1) \dots t(n)$ ), мы должны оценить «моментные» характеристики эффективности торговли. К указанным моментным характеристикам в данном конкретном случае (см. рис. 10.7) будут относиться математическое ожидание «ширины полосы» между максимальной ценой лота валюты (верхняя линия) и минимальной ценой лота валюты (нижняя линия), то есть выигрыш спекулянта, а также корреляционная функция выигрыша (прибыли). Функция математического ожидания выигрыша (прибыли) – это некоторое среднее значение прибыли в функции времени. Корреляционная функция прибыли будет определять статистическую взаимосвязь между возможными мгновенными значениями прибыли в функции времени, а также «степень разброса» мгновенных значений прибыли относительно математического ожидания.

Именно такой, по нашему мнению, должна быть трактовка задачи по оцениванию эффективности торговли на рынке FOREX (при нулевых ошибках прогнозирования), если исследователь хочет опираться в своих исследованиях на статистическую методологию. По нашему мнению, использование методов корреляционной теории случайных процессов[26] для оценивания эффективности торговли на рынке FOREX является самым необходимым минимумом, начиная с которого полученные любым исследователем результаты обретают математическую корректность и определённую устойчивость к любой критике.

Из сущности рассматриваемой задачи легко видеть, что её математическая модель должна быть ещё сложнее. Это связано прежде всего с тем, что минимальные и максимальные курсы валют заранее НЕИЗВЕСТНЫ. На практике оценки указанных курсов вполне могут быть получены методами статистического прогнозирования, однако это возможно только в условиях ненулевых ошибок прогнозирования.



MAX, MIN - фактические значения курсов валют

$\hat{\max}$ ,  $\hat{\min}$  - оценки курсов валют по результатам прогнозирования

**Рис. 10.8.** Возможные комбинации курсов валюты и их оценок по результатам прогнозирования.

Хотя задача оценивания эффективности торговли на FOREX несколько усложняется, она вполне может быть решена, например, с помощью рассматриваемых ниже методов.

В ситуации НЕНУЛЕВЫХ ошибок прогнозирования и именно только за счёт их присутствия принципиально возможно только 6 (шесть) сочетаний фактических значений минимальных и максимальных курсов валют и их прогнозов (см. рис.10.8):

Далее для оценивания эффективности торговли на рынке FOREX мы будем рассматривать только случаи (а), (б), (в), (г), представленные на рис 10.8. В указанных случаях возможен «вход» в рынок и успешная торговля. Сигналами «входа» в рынок могут являться сделанные ранее прогнозы по минимальным и максимальным курсам валют.

Случаи (д) и (е) на рис. 10.8, мы рассматриваем как ситуации, когда результаты прогнозирования НЕ СОВПАДАЮТ с фактической картиной развития рыночных процессов на дату прогнозирования. В указанной ситуации фактические курсы валюты никогда не подойдут «близко» к спрогнозированным курсам, а значит будут отсутствовать возможные сигналы, по которым трейдер мог бы осуществить «вход» в рынок и последующую торговлю.

С учетом сказанного в случаях (д) и (е) на рис. 10.8 мы считаем, что торговля не производится и, соответственно, не приводятся оценки её эффективности.

При рассмотрении соответствующих случаев (а)...(г) на рис. 10.8 видно, что в каждом конкретном случае возможный выигрыш (PROFIT) определяется колебаниями стоимости конкретной валюты и складывающимися условиями «входа» в рынок и «выхода» из него.

Для случаев (а)...(г) на рис. 10.8 совершенно очевидны формулы для оценок выигрышей (на единицу валюты), а именно:

$$\text{(рис.10.8, а) } \text{PROFIT} = \hat{\text{max}} - \text{MIN} \quad (10.2)$$

$$\text{(рис.10.8, б) } \text{PROFIT} = \text{MAX} - \hat{\text{min}} \quad (10.3)$$



$$\text{(рис.10.8, в) } \mathbf{PROFIT = MAX - MIN} \quad (10.4)$$

$$\text{(рис.10.8, г) } \mathbf{PROFIT = \hat{max} - \hat{min}} \quad (10.5)$$

Если попытаться оценивать эффективность торговли наиболее адекватно реальной картине протекающих процессов, то указанные оценки сведутся к оцениванию случайных величин (PROFIT) в функции времени.

Это означает, что прибыль и, соответственно, эффективность маржинальной торговли на рынке FOREX будет некоторой случайной функцией времени, при этом сам *алгоритм формирования* указанной случайной функции также случаен. Случайность алгоритма формирования прибыли определяется за счёт случайностей ошибок прогнозирования. Это означает, что заранее не известно, по какой формуле (10.2-10.5) необходимо рассчитывать прибыль.

С учетом сказанного выше, случай оценивания прибыли и, соответственно, эффективности торговли на рынке FOREX в условиях прогнозирования курсов валют с ненулевыми ошибками в математическом отношении существенно сложнее, чем при прогнозировании с нулевыми ошибками.

Однако и этот случай вполне может быть описан достаточно корректной математической моделью в рамках корреляционной теории случайных процессов, при этом решение задачи может быть получено аналитическими методами. В частности, для решения указанной задачи необходимо предварительно иметь «статистический портрет» случайных процессов  $MAX(t)$ ,  $MIN(t)$ ,  $\hat{max}(t)$ ,  $\hat{min}(t)$  в виде оценок их функций математических ожиданий и ковариационных функций, а также оценок вероятностей наступления событий в соответствии с классификацией, представленной на рис.10.8.

Хотя возможно и чисто аналитическое решение задачи, мы считаем, что наиболее наглядным и понятным для всех путём решения задачи будет решение, получаемое на основе методов ста-

статистического моделирования. Ниже приводятся основные результаты.

### **10.6. Результаты решения задачи по оцениванию экономической эффективности торговли на FOREX**

В качестве основного пути решения поставленной задачи мы используем следующую схему решения:

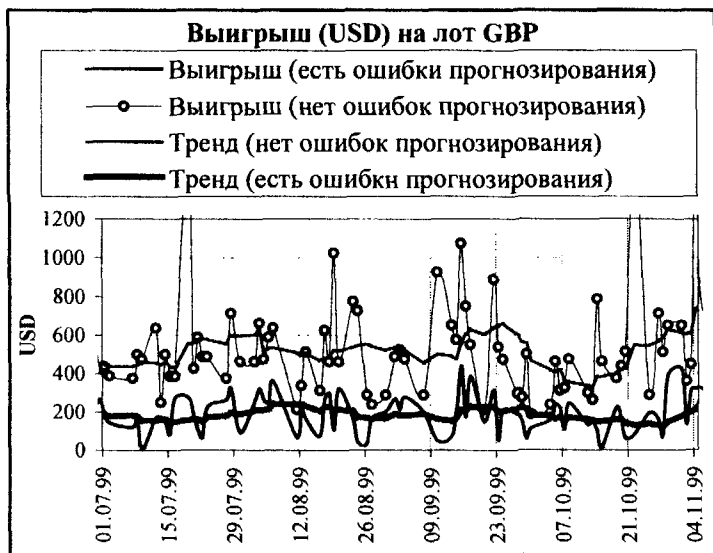
- статистическое моделирование рыночных процессов (курсов валют);
- получение статистических прогнозов (на один шаг вперед) минимальных и максимальных курсов валют;
- осуществление идентификации (для каждого момента времени) сложившегося сочетания минимального, максимального курсов валют и их статистических оценок с целью идентификации «картинки» в соответствии с классификацией (а)...(е) на рис.10.8;
- на основе идентификации сложившейся картины событий (а)..(е) на рис.10.8., осуществляется оценка прибыли (PROFIT) в торговле в соответствии с одной из формул 10.2 - 10.4.

На рис.10.9-10.15 представлены результаты, полученные в процессе статистического моделирования торговли на рынке FOREX при использовании программы ProfitMaker for Margin Trade для прогнозирования курсов основных мировых валют.

Также считается, что трейдер в течение одних суток осуществляет одну транзакцию, то есть открывает свою позицию по той или иной валюте и в течение тех же суток её закрывает.

При получении соответствующих оценок, с целью снятия излишнего оптимизма в оценках эффективности торговли, значения прибылей на единицу валюты (формулы 10.2-10.5) занижались на 30%. В представленных оценках эффективности торговли рассматривался суммарный депозит трейдера в \$2.000.

На рис.10.9 в качестве примера представлена динамика изменения прибыли трейдера на одну транзакцию (открытие и закрытие им позиции в течение одних суток) для стандартного лота английского фунта стерлингов. Указанные данные представлены как в условиях отсутствия ошибок прогнозирования курсов валют (это максимально возможный предел прибыли), так и при наличии ошибок прогнозирования курсов.



**Рис. 10.9.** Оценки возможных выигрышей при торговле английским фунтом стерлингов.

На рис. 10.10. представлен пример эффективности (в % на одну транзакцию) маржинальной торговли на рынке FOREX по английскому фунту стерлингов, как в условиях ошибок прогнозирования, так и при отсутствии ошибок прогнозирования.

На рис. 10.11 и 10.12 показана прибыль и, соответственно, эффективность торговли трейдера из расчёта на одну транзакцию по швейцарскому франку, как в условиях наличия, так и отсутствия ошибок прогнозирования.



Рис. 10.10. Оценки эффективности торговли английским фунтом стерлингов.

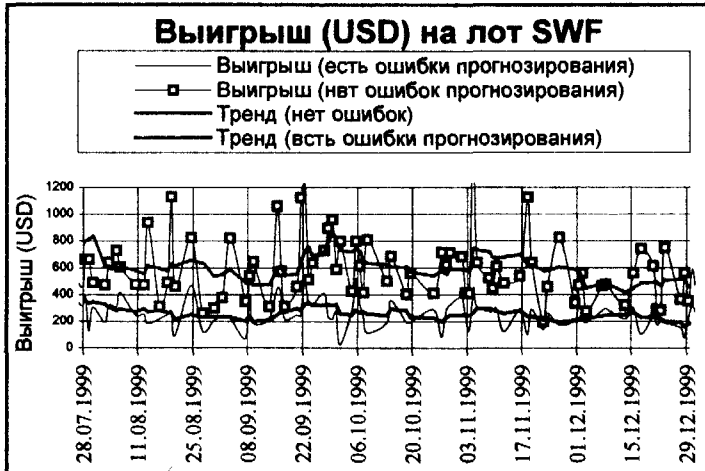
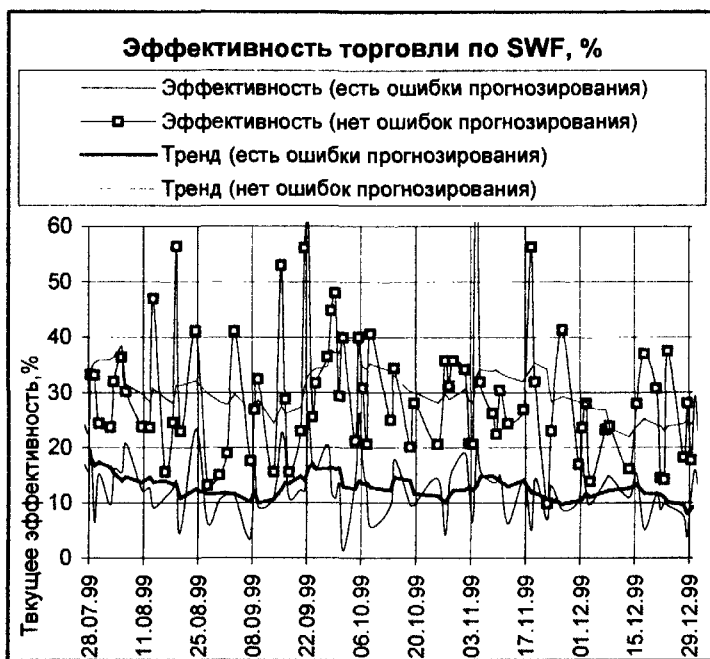


Рис. 10.11. Оценки возможных выигрышей при торговле швейцарским франком.

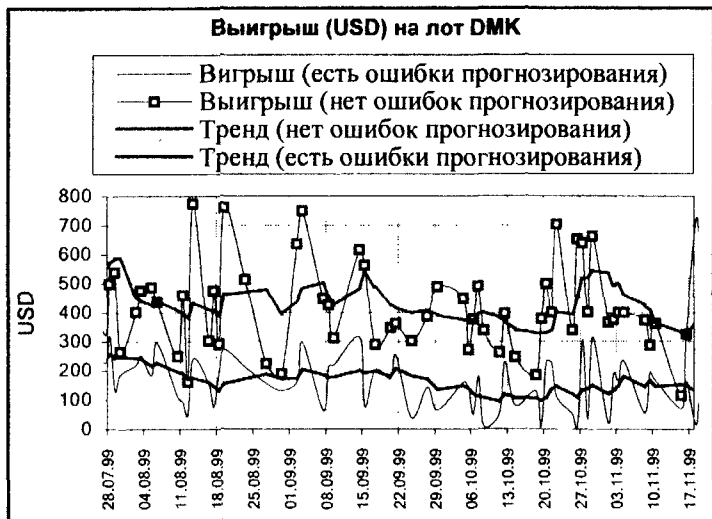
На рис. 10.13 и 10.14 показана прибыль и, соответственно, эффективность торговли трейдера из расчёта на одну транзакцию по немецкой марке.

На рис. 10.15 и 10.16 показана прибыль и, соответственно, эффективность торговли из расчёта на одну транзакцию по японской йене.

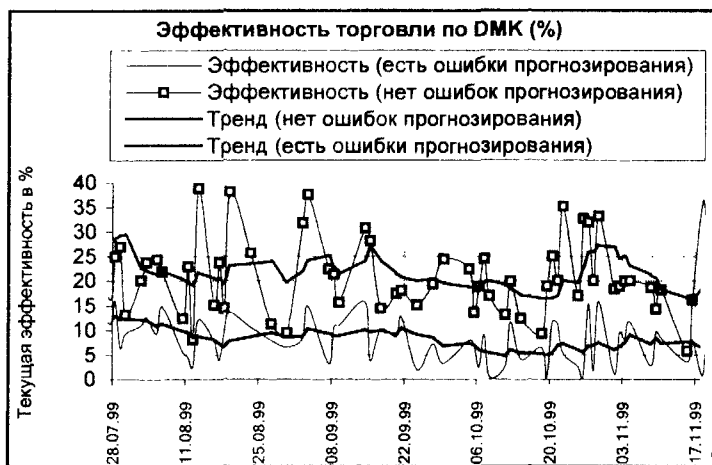
В таблице 10.1 представлены итоговые данные по результатам статистического моделирования достижимой суточной эффективности торговли (на одну транзакцию в виде открытия и последующего закрытия позиции в течение одних календарных суток) на рынке FOREX по различным валютам.



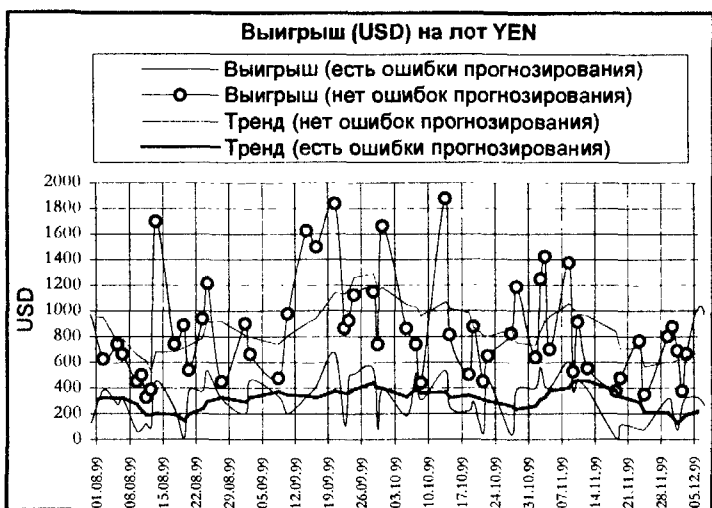
**Рис. 10.12.** Оценки эффективности торговли швейцарским франком.



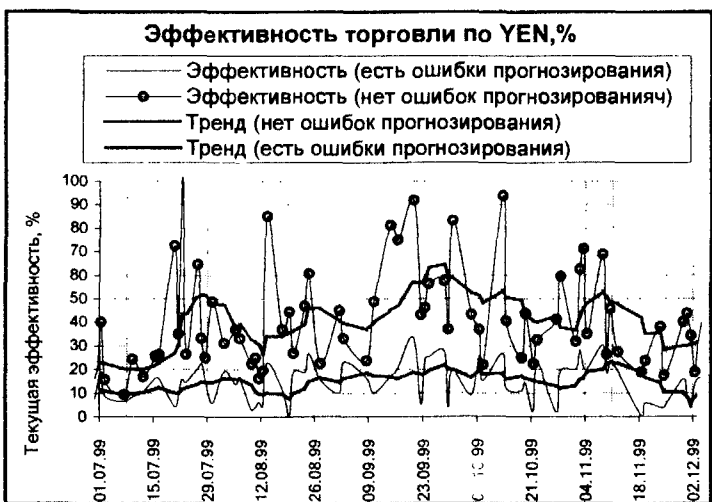
**Рис. 10.13.** Оценки возможных выигрышей при торговле немецкой маркой.



**Рис. 10.14.** Оценки эффективности торговли немецкой маркой.



**Рис. 10.15.** Оценки возможных выигрышей при торговле японской йеной.



**Рис. 10.16.** Оценки эффективности торговли японской йеной.

Начальная дата	Конечная дата	Код валюты	Средняя эффективность (есть ошибки)	Средняя эффективность (нет ошибок)
01.01.90	31.12.99	GBP	10,930	33,578
01.01.90	31.12.99	SWF	13,451	39,022
01.01.90	31.12.99	DMK	9,468	28,306
01.01.90	31.12.99	YEN	10,270	36,348

**Таблица 10.1.** Достижимая эффективность торговли на рынке FOREX

Из таблицы 10.1 видно, что наиболее «выгодной» для торговли на рынке FOREX валютой является швейцарский франк (код SWF). Применительно к швейцарскому франку и в условиях прогнозирования курсов с помощью программы ProfitMaker среднее значение эффективности торговли –13.451%, для английского фунта (GBP) –10.93%, для немецкой марки (DMK) –9.468%, для японской йены (YEN) –10.27%.

При отсуствии ошибок прогнозирования, достижимая эффективность торговли (на одну транзакцию) будет определяться данными, представленными в крайнем правом столбце таблицы 10.1. Однако такой уровень эффективности торговли является чисто гипотетическим и на практике он не достижим.

Из таблицы 10.1 также следует, что реально достижимая средняя эффективность торговли на рынке FOREX (при усреднении данных за 10 лет) может составлять порядка 10% на одну транзакцию.

### **10.7. Алгоритм максимизации прибыли на рынке FOREX и условия беспроигрышной торговли**

Из рассмотренной выше задачи оценивания прибыли в торговле на рынке FOREX легко видеть, что формирование прибыли – это сложный стохастический процесс, результаты которого зависят как



от случайных процессов курсовой динамики валют, так и от случайных процессов формирования оценок этих процессов. Получаемые в процессе прогнозирования оценки максимальных и минимальных курсов валют могут являться для трейдера сигналами по «входу» в рынок и «выходу» из него.

Все торговые решения, таким образом, могут приниматься трейдером только по статистическим данным, а это значит, что принимаемые им решения будут дополнительно содержать известные из математической статистики [26] ошибки 1-го и 2-го рода. Из сказанного выше следует, что на процесс формирования прибыли в торговле оказывает влияние не только статистика случайных процессов курсовой динамики и их оценок, но и собственно решающее правило в виде алгоритма принятия торговых решений.

Таким образом, получаемая трейдером прибыль – это сложное статистическое явление, являющееся итогом сложившейся рыночной ситуации и случайных результатов её статистического прогнозирования. Кроме того, прибыль будет зависеть также от выбранного трейдером детерминированного или же стохастического правила принятия решений.

*Под алгоритмами извлечения прибыли на рынке FOREX понимается совокупность возможных алгоритмов статистического прогнозирования курсов валют, в их сочетании с алгоритмами принятия торговых решений.*

Уже из этого определения следует неограниченное разнообразие возможных алгоритмов извлечения прибыли. Если говорить о задаче максимизации прибыли, то круг возможных алгоритмов существенно сужается. Это становится возможным, если в качестве алгоритмов прогнозирования использовать только алгоритмы, которые обеспечивают минимально возможную ошибку прогнозирования. В указанной ситуации результат торговли на рынке FOREX будет зависеть только от выбранного правила принятия торговых решений. Правила принятия решений, как мы отмечали выше, также опираются на статистическую информацию, и воз-

возможных правил принятия решений может быть также неограниченное множество. Далее мы ограничимся рассмотрением простого детерминированного алгоритма принятия торговых решений, обеспечивающего, по нашему мнению, извлечение максимально возможной прибыли.

## Алгоритм

### Исходные предположения

Пусть у трейдера на момент принятия решений об открытии позиции («короткой» или «длинной») имеется только два вида информации:

- а) априорная информация в виде результатов прогнозирования минимальных и максимальных курсов соответствующих валют;
- б) текущая информация «куплю-продам» на мониторах той или иной информационной системы и уточняемая маркет-мейкером по запросу трейдера.

Никакой другой информацией (в том числе о том, какая модельная ситуация типа (а)...(е) на рис 10.8 в будущем сложится на рынке) трейдер не обладает.

Какой здесь может быть использован алгоритм торговли (принятия решений)?

Прежде, чем рассматривать собственно алгоритм, укажем на основной постулат, на котором он основан, а именно - трейдер должен верить результатам прогнозирования.

В алгоритме принятия решений присутствуют ДВА узловых момента: «Вход в рынок» и «Выход из рынка», которые и будут определять эффективность торговли. Рассмотрим их подробнее.

### **«Вход в рынок»**

Допустим, что интервал между оценками максимума и минимума курса конкретной валюты составляет 100 пунктов. Тогда

трейдером этот (или любой другой) интервал принимается за 100%. Если опираться на результаты статистического прогнозирования, то «вход» в рынок возможен или из прогнозируемого максимума курса валюты (открытие «короткой» позиция) или же из прогнозируемого минимума (открытие «длинной» позиции). Ещё до того, как трейдер станет наблюдать за рынком и принимать какие-либо решения (решения может принимать также «автомат» в виде компьютерной программы), он заранее может принять для себя критерии «входа» в рынок и симметричные этим критериям правила «безубыточной торговли», например:

- если текущий курс валюты войдет в «коридор» плюс-минус 10% (в рассматриваемом примере это 10 пунктов) относительно спрогнозированного максимума, то трейдер открывает «короткую» позицию;

- если текущий курс валюты войдет в «коридор» плюс-минус 10% (в нашем примере это 10 пунктов) относительно спрогнозированного минимума, то трейдер открывает «длинную» позицию.

Заметим, что отмеченные выше события не могут наступить одновременно.

### **Правила безубыточной торговли:**

- правило «безубыточной торговли» при открытой «короткой» позиции – это мгновенное её закрытие при выходе текущего курса валюты «вверх» за пределы коридора принятия решений;

- правило «безубыточной торговли» при открытой «длинной» позиции – это немедленное её закрытие при выходе текущего курса «вниз» за пределы коридора принятия решений.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Необходимо отметить, что «мгновенного» выхода из рынка на практике добиться трудно. Это может быть связано, например, с «проскальзованием» котировок к моменту исполнения приказа трейдера, а также по другим причинам. Однако понесённые трейдером убытки в указанном случае будут несоизмеримо меньше тех, которые он мог бы понести в случае оставления своей позиции открытой, когда рынок уже идёт против него.

Поэтому незначительные убытки трейдера, при закрытии им своей позиции при неблагоприятном для него развитии рыночной ситуации, мы относим к разряду «финансового трения» и ими пренебрегаем.

Выше мы рассмотрели возможные правила «входа» в рынок. Для того чтобы извлечь прибыль, надо сформулировать для трейдера (или же «автомата» в виде компьютерной программы) непротиворечивые и конкретные условия «выхода» из рынка.

### «Выход из рынка»

Этот вопрос более сложный, чем условия «входа» в рынок и он может допускать многовариантность решений. Рассмотрим ниже один из вариантов возможного не противоречивого решения указанного вопроса.

Пусть позиция трейдера («короткая» или «длинная») уже открыта. Убытков по торговле быть не может, так как при любом неблагоприятном развитии событий будет работать «правило безубыточной торговли» (см. выше). Раз это так, то нам остается рассмотреть только ситуации, когда рынок «топчется на месте», тогда надо просто выждать, или же двигаться в направлении получения трейдером прибыли. Какой выбрать критерий для закрытия позиции?

Единственный имеющийся у нас ориентир для закрытия позиции - это спрогнозированный минимум при открытой «короткой» позиции, и спрогнозированный максимум, при открытой «длинной» позиции. В указанной ситуации у нас имеется только два варианта возможных действий:

- если у трейдера слабые нервы, то он может зафиксировать любую «значимую» для себя прибыль (например, 20-30 пунктов) путем закрытия ранее открытой им позиции;

- если трейдеру выдержки не занимать, то он может закрыть свою позицию «вблизи» спрогнозированного максимума при ранее открытой им «длинной» позиции или же «вблизи» спрогнозированного минимума при ранее открытой им «короткой» позиции.

Здесь присутствует самый трудный момент в принятии решений – что такое «вблизи» ранее сделанного прогноза для закрытия соответствующей позиции?

Дело в том, что прогноз для закрытия соответствующей позиции может никогда и не сбыться (смотри, например, случай (а) на рис.10.8 – при ранее открытой «короткой» позиции и случай (б) на рис.10.8 – при ранее открытой «длинной» позиции и другие случаи).

Как быть в подобных ситуациях?

Соответствующее возможное решение указанного вопроса нам видится в следующем.

Заранее нам не дано знать, какой сценарий развития событий ((а)...(е) на рис.10.8) будет иметь место на самом деле. С другой стороны, для нас совершенно очевиден критерий извлечения прибыли, а именно – трейдер должен закрыть ранее открытую им позицию «как можно дальше» от точки её открытия.

Как можно дальше – это когда? Наверно тогда, когда текущая прибыль уже «устраивает» трейдера или же когда результаты последующего наблюдения за рынком показывают, что его прибыль «топчется на месте» или же начала убывать относительно уже достигнутого уровня (производная тренда курсовой динамики сменила свой знак). Тогда трейдер может сказать себе: ...«мое субъективное мнение состоит в том, что я согласен считать некоторую точку (достаточно «далеко» расположенную от точки открытия им позиции) точкой своего субъективного максимума (минимума) курса и ранее открытую позицию я буду закрывать». На самом деле эта точка закрытия позиции трейдером может и не совпадать с реальным максимумом (минимумом) курса валюты при последующем апостериорном анализе развития рыночной ситуации.

Таким образом, точкой «закрытия позиции» может быть субъективное мнение трейдера (если это компьютерная программа, то автора программы) о возможности и приемлемости закрытия ранее открытой позиции.

В описанной выше схеме алгоритма «выхода из рынка», безусловно, присутствуют элементы субъективизма. Само правило

принятия решений подразумевает участие «человеческого фактора», когда человек, опираясь на тайные механизмы своего мышления, имеющиеся у него априорные знания о рынке, а также интуицию, может принимать более или менее правильные решения, близкие к «оптимальным».

Если же принятие решений о «выходе из рынка» полностью переложить на «автомат» (компьютерную программу), то здесь, по нашему мнению, надо проделать еще очень длинный путь математической формализации задачи, разработки конкретных алгоритмов, их «обучению» принятия правильных решений и т. д.

### **10.8. Выводы по достижимой эффективности торговли на рынке FOREX**

Достаточно подробное изложение вопроса по достижимой эффективности маржинальной торговли на рынке FOREX, кроме познавательной направленности изложения, имеет ещё одну важную цель – показать всю сложность, неоднозначность и, по этой причине, условность любых получаемых результатов.

Треjder, желающий в своей спекулятивной деятельности опираться на «высокие технологии» для извлечения прибыли, должен также учитывать что:

- при использовании в торговле алгоритмов принятия торговых решений, типа рассмотренного в разделе 10.7, принципиально возможна БЕЗУБЫТОЧНАЯ торговля;
- рассмотренный выше алгоритм принятия торговых решений позволяет трейдеру закрывать свои позиции только в «зоне прибыли», самостоятельно определяя для себя уровень её достаточности.

Что же касается конкретных цифр в достижимой эффективности торговли на рынке FOREX, то автор при проведении соответствующих оценок старался не впасть в «добросовестное заблуждение» по этому поводу. Достижимая средняя дневная эффективность торговли на рынке FOREX в 10% - это фантастически много.

Как много, впрочем, и 2-3% в день, так как при условии невозможности разорения трейдера (см. выше алгоритм безубыточной торговли) и в случае пересчёта этой прибыли на месяц (год), получаемая прибыль всё равно превысит любые мыслимые пределы прибыли в реальных секторах экономики.

По нашему мнению, вопрос оценивания эффективности торговли на рынке FOREX -- это, прежде всего, математическая проблема. По этой причине, более или менее корректный ответ на эту тему могут дать не «практики» финансового рынка, а, прежде всего, специалисты в области математики и кибернетики.

Следует отметить, что сложность самой задачи одновременно предполагает возможность различных подходов к её решению и определённую широту результатов, которые могут получить различные исследователи.

## РАЗДЕЛ 11. Финансовые инвестиции через Internet

---

В настоящем разделе мы не будем обсуждать принципы функционирования, всевозможные сервисы и возможности использования сети Интернет для бизнеса и иных приложений, полагая, что наш читатель имеет достаточную компьютерную подготовку и не нуждается в напоминании общеизвестных сведений по указанной тематике. Те читатели, которые не знакомы или же имеют слабое представление об Интернет, могут ознакомиться с указанной тематикой по многочисленной специальной литературе.

Далее мы попытаемся лишь кратко рассмотреть вопрос, как сегодня уже используются[33] существующие возможности Интернет для инвестиционной деятельности на финансовых рынках и, в частности, на рынке ценных бумаг и международном валютном рынке FOREX.

Использование технологий Интернет привело к созданию целого нового направления в электронной коммерции – торговле через Интернет ценными бумагами и валютами. Иногда указанную деятельность называют «интернет-диллингом» или же «интернет-трейдингом». В рамках осуществления указанной деятельности инвестору совершенно не обязательно находится непосредственно на бирже или же в диллинговом центре. Он может осуществлять инвестиции, не выходя из собственного дома или офиса. Всё, что для этого нужно – это персональный компьютер, подключенный к сети Интернет, инвестиционный (торговый) счёт и договор с фирмой, предоставляющей услуги по информационному обслуживанию и исполнению поручений инвестора на финансовых рынках. Необходимо отметить, что подобный способ инвестиционной деятельности ничем не хуже традиционного. С одной стороны, он предоставляет те же самые возможности по управлению деньгами инвестора, а с другой стороны, создаёт предпосылки для массового притока мелких инвесторов на финансовый рынок, благодаря своей простоте и демократичности по отношению ко всем инвесторам, независимо от размеров их кошельков.



Инвестиционная деятельность через Интернет не накладывает каких-либо новых или специальных требований к компьютеру. Все требования к компьютеру вытекают из условия полноценной работы в Интернет для любого пользователя. Минимальные требования к компьютерной системе могут быть следующими:

Процессор 486DX2-66 и выше;

4 Мб оперативной памяти и больше;

512 Кб видеопамати и больше;

Модем на скорость 9600 бод и выше;

Браузер (программа работы с Интернет) типа Netscape Navigator или Internet Explorer версий 4.0 и выше.

Очевидно, что чем совершеннее конфигурация компьютера, тем более комфортными (в смысле быстродействия) будут условия работы пользователя с сетью Интернет.

С технологической и организационной точки зрения для того, чтобы пользователь-инвестор мог осуществлять свою инвестиционную деятельность, в сети Интернет должны присутствовать электронные брокеры. Инвестор должен осуществлять взаимодействие со своим электронным брокером и отдавать ему распоряжения по управлению своим инвестиционным счётом. Электронный брокер (синонимы этого понятия - онлайн-брокер или же WEB-брокер) – это есть ничто иное как электронное представительство в сети Интернет конкретного брокера. Через своё представительство в сети Интернет в виде WEB-сайта любой брокер может общаться со своими клиентами. Напомним, что «WEB-сайт» – это совокупность WEB-страниц, объединенных по смыслу и физически находящихся на одном сервере. Сам сервер территориально может находиться в любой точке мира, при этом местоположение сервера в сети Интернет никак не влияет на время взаимодействия электронного брокера со своими клиентами. Через своё WEB-представительство в Интернет любой брокер может осуществлять информационное и брокерское обслуживание своих клиентов. Для этого он может выдавать на страницах своего WEB-сайта котировки финансовых инструментов, строить различные графики и предоставлять своим клиентам возможности для технического

анализа протекающих рыночных процессов. Клиенты на основе взаимодействия с WEB-сайтом брокера уже могут принимать те или иные инвестиционные решения, а именно, они могут отдавать через WEB-сайт брокера распоряжения по купле-продаже тех или иных финансовых инструментов, контролировать состояние своего инвестиционного счета и т. д.

Важно подчеркнуть, что электронный вариант брокерской деятельности в Интернет – это всего лишь новое технологическое решение указанного вида деятельности. Все другие атрибуты этой деятельности (соблюдение законодательных норм, аккредитация при той или иной бирже и т. д.), безусловно, должны соблюдаться.

Применительно к рынку FOREX торги на нём происходят круглосуточно и географически они распределены по всему миру. Текущие котировки совершаемых сделок известны инвесторам по всему миру через мировые информационные системы. Кроме того, возможны также и другие, более дешёвые способы получения указанной информации, например, через подписку на неё в том или ином информационном агентстве и её последующей доставке на компьютер клиента, на его пейджер или же сотовый телефон.

Указанные котировки являются лишь ориентирами, как для инвесторов, так и для всех интернет-брокеров. С учётом общедоступности котировок для всех инвесторов, любой электронный брокер лишён возможностей свободного манипулирования соответствующими котировками в свою пользу, без опасения вызвать недовольство и подозрения своих клиентов. В рамках интернет-трейдинга для инвестора совершенно безразлично, где территориально находится брокер и какой он национальности, главное, чтобы он был честен и порядочен по отношению к своим клиентам.

Подводя итог сказанному, можно констатировать, что будущее финансовых инвестиций напрямую связано с повсеместным использованием компьютерных технологий в инвестиционной деятельности и, в частности, с повсеместным использованием технологий Интернет. Такова уже существующая на сегодня в мире реальность.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

В этой небольшой по объёму книге автор попытался изложить сущность современной теории спекулятивной деятельности на финансовом рынке. Современная экономическая теория признает важную роль финансовых спекуляций как движущей силы, заставляющей рынок непрерывно двигаться в поисках равновесных цен. Безусловно, что люди, ведущие финансовые спекуляции, получают непроизводственный доход, так как своим трудом они не создают какие-либо новые материальные ценности. Однако без их труда не может существовать финансовый рынок и уже по этой причине труд спекулянтов является общественно полезным. С чисто психологической точки зрения, бытующей среди обывателей и непосвященных, труд спекулянта представляется им весьма привлекательным, так как его итогом может явиться воплощение их мечты – «мгновенно разбогатеть».

Зададимся вопросом - под силу ли воплощение этой «золотой мечты» для рядового спекулянта?

Если он будет опираться только на везение или какие-то иные нематериальные субстанции типа интуиция, судьба и так далее, то на практике, конечно, известны единичные случаи подобного обогащения. Однако вряд ли подобные примеры могут явиться достаточно веским основанием для всех здравомыслящих людей в пользу того, что бы опираясь только на подобные факты, делать из этого какие-либо далеко идущие выводы.

Жестокая правда финансового рынка говорит о том, что большинство спекулянтов-новичков в конечном итоге разоряются, освобождая своё место на рынке для вновь пришедших любителей быстрого обогащения. И так идёт по непрерывному кругу, в котором деньги «спекулянтов-дилетантов» постепенно перераспределяются в пользу достаточно узкого круга наиболее талантливых и образованных участников финансового рынка в лице «спекулянтов-профессионалов».

Кто же такие «спекулянты-профессионалы» и почему они «в среднем» оказываются в выигрыше? Ответ на этот вопрос можно дать вполне однозначный – указанные спекулянты могут предвидеть развитие рыночных событий и заранее принимать такие решения, которые на момент подведения итогов инвестиционной деятельности приносят им прибыль. Одним из путей, который поможет всем желающим приблизиться к уровню профессиональных спекулянтов является освоение новых «математических технологий» для извлечения прибыли. Именно этому посвящена настоящая книга.

Главный вопрос, который планомерно рассматривается в настоящей книге, это как надо действовать спекулянту на некотором планируемом отрезке времени, чтобы извлечь всю прибыль, которую потенциально предоставляет рынок.

В книге впервые приводится решение этого вопроса на базе методов кибернетики и, в частности, методов теории оптимального управления динамическими системами.

Автор отдаёт себе отчёт в том, что рассматриваемая в книге «теория оптимального управления портфелем финансовых инструментов» намечена лишь схематично и пока ещё далека от совершенства. Однако это уже вопрос только времени и энтузиазма, как автора книги, так и будущих исследователей. Вместе с тем, магистральное направление исследований уже известно и оно, по мнению автора, состоит в повсеместном внедрении методологии кибернетики в теорию и практику инвестиционной деятельности.

Приведенные в книге практические результаты по управлению портфелем финансовых инструментов получены с помощью разработанной автором программы **ProfitMaker** [34], реализующей современную концепцию оптимального управления капиталом. Указанные результаты свидетельствуют о высокой экономической эффективности оптимального управления и, в связи с этим, перспективности его внедрения в практику.

Автор надеется, что настоящая книга не оставит равнодушными большинство читателей. У части из них, особенно наиболее консервативных, книга может вызвать реакцию отторжения или даже

неприятя (трудно сразу же преодолеть или отказаться от старых и привычных стереотипов инвестиционного мышления в рамках известного технического анализа). Читатели же с математическим складом ума и не слишком зависящие от чужого мнения вдруг обнаружат – «... как все просто, и почему это не делали раньше...?».

В любом случае цель книги будет достигнута, если она побудит движение мысли читателей. Вопрос же о том, как принимать инвестиционные решения на практике каждый будет решать самостоятельно, исходя из своего опыта, образования, меры консерватизма или творческих начал своей личности.

Следует подчеркнуть, что побудительным мотивом для занятия финансовыми спекуляциями являются не только деньги. С нашей точки зрения, это, прежде всего, присутствие указанному виду деятельности «игра ума» и «соревнование интеллектов», когда выигранные (заработанные) спекулянтom деньги одновременно являются мерилom и материальным воплощением его победы над другими спекулянтами и над рынком в целом. Именно эта интеллектуальная и соревновательная часть финансовых спекуляций, подобно наркотику удерживала на рынке во все времена большинство спекулянтов.

В заключение отметим, что в силу новизны приводимых в книге материалов по теории и практике финансовых спекуляций, для всех заинтересованных читателей предоставляется возможность сообщить своё мнение по указанному вопросу по адресу: 113525, Москва, а/я 54 или же по электронной почте - E-mail: [zhzhilev@comtv.ru](mailto:zhzhilev@comtv.ru).

Любые критические замечания читателей будут восприняты автором с благодарностью. Автор надеется, что каждый из читателей сможет найти в его книге что-то новое и интересное для себя и не пожалует о потраченном времени и силах.

## Литература

---

1. В.И. Жижилев, «Стохастическая дифференциальная модель финансовых и товарных рынков», М., 1998, ВИНТИ РАН, Депонированные научные работы (Естественные и точные науки), №2796-В98.
2. В.И. Жижилев, «Оптимальное стохастическое управление портфелем финансовых инструментов», М., 1998, ВИНТИ РАН, Депонированные научные работы (Естественные и точные науки), №2797-В98.
3. В.И. Жижилев, «Эффективность оптимального управления портфелем ценных бумаг», М., 1998, ВИНТИ РАН, Депонированные научные работы (Естественные и точные науки), №2798-В98.
4. В.С. Пугачёв, И.П. Сеницын, «Стохастические дифференциальные системы», М., Наука. 1985 г.
5. К. Браммер, Г. Зиффлинг, «Фильтр Калмана-Бьюси», М., Наука, 1982 г.
6. Под ред. К. Леондеса, «Фильтрация и стохастическое управление в динамических системах», пер. с англ., М., Мир, 1980 г.
7. А.А. Первозванский, Т.Н. Первозванская, «Финансовый рынок: расчёт и риск», М., Инфра-М, 1994 г.
8. У. Шарп, Г. Александер, Дж. Бэйли, «Инвестиции», М., Инфра-М, 1999 г.
9. Ф. Фаббозини, «Управление инвестициями», М., Инфра-М, 2000 г.
10. Дж. Маршал, В. Бансан, «Финансовая инженерия», М., Инфра-М, 1998 г.
11. Е.С. Венцель, «Исследование операций», М., 1978 г.
12. М. Интрилигатор. «Математические методы оптимизации и экономическая теория», М., 1975 г.
13. И.А. Богуславский, «Прикладные задачи фильтрации и управления», М., Наука, 1983 г.
14. И.Е. Казаков, «Статистическая теория систем управления в пространстве состояний», М., Наука, 1975 г.

15. А.Н. Ширяев, «О некоторых понятиях и стохастических моделях финансовой математики», Теория вероятностей и её применения, том 39, вып. 1, 1994 г.
16. Под ред. Торано, «Прикладные нечёткие системы», М., Мир, 1993 г.
17. А. Горяшко, Л. Самохин, «Нейросетевая торговая система Forget Trade на фьючерсных рынках», РЦБ, №1, 1998 г.
18. Т. Степанян, «Современные инструменты анализа оперативной информации», РЦБ, №5, 1998 г.
19. В. Губерниев, «ГКО в оптимальном портфеле», РЦБ, №15, 1996 г.
20. Д.Ю. Пискулов, «Теория и практика валютного дилинга», М., Инфра-М, 1996 г.
21. С.Г. Суворов, «Азбука валютного дилинга», Санкт-Петербург, 1998 г.
22. Под ред. И.Н. Платоновой. «Валютный рынок и валютное регулирование», М., Бек, 1996 г.
23. А.Н. Буренин, «Рынки производных финансовых инструментов», М., Инфра-М, 1996 г.
24. А.Н. Буренин, «Фьючерсные, форвардные и опционные рынки», М., 1995 г.
25. С.Я. Виленин, «Статистические методы исследования систем автоматического регулирования», М., Советское радио, 1967 г.
26. В.С. Пугачёв, «Теория случайных функций», М., Наука, 1962 г.
27. А.В. Кузнецов и др., «Высшая математика. Математическое программирование», Минск, 1994 г.
28. Дж. Бокс, Г.Дженкинс, «Анализ временных рядов. Прогноз и управление», М., Мир, 1974 г.
29. <http://www.megaputer.ru>
30. <http://www.forexclub.ru>
31. <http://www.equis.com>
32. <http://www.omegaresearch.com>
33. И. Закарьян, И. Филатов, «Интернет, как инструмент для финансовых инвестиций», СПб, bhv, 1999 г.
34. <http://www.fcf.ru>