

Robert Pardo

# DESIGN, TESTING AND OPTIMISATION OF TRADING SYSTEM

Series editor: Perry J. Kaufman

**John Wiley & Sons, Inc.**  
New York • Chichester • Brisbane • Toronto • Singapore

**РАЗРАБОТКА  
ТЕСТИРОВАНИЕ  
ОПТИМИЗАЦИЯ  
ТОРГОВЫХ СИСТЕМ  
ДЛЯ БИРЖЕВОГО ТРЕЙДЕРА**

# Предисловие редактора к русскому изданию

Стремительное развитие биржевого бизнеса в России от первенца российского срочного рынка, фьючерсного контракта «рубль/доллар», что торговался с голоса на Московской товарной бирже, до сегодняшней электронной торговли во всемирной паутине акциями крупнейших российских и зарубежных корпораций, финансовыми и товарными фьючерсами и опционами, и, наконец, динамичной, полной неожиданностей торговли на рынке Forex, — все это поставило российских трейдеров перед необходимостью постоянно повышать свой профессионализм, получать стабильную прибыль для себя и для своих инвесторов, быть конкурентными в борьбе за право управлять капиталом.

Словосочетание «механические торговые системы» (или МТС) прочно вошло в словарь российских биржевиков, вызывая жаркие споры на форумах трейдеров и в дилинговых залах, в фондовых домах и в финансовых компаниях. Как это часто случается, программные средства построения и тестирования торговых систем попали к российским трейдерам раньше, чем учебники по данной тематике. Отсюда многочисленные заблуждения и недоразумения, сопровождающие это интереснейшее и крайне важное направление прикладного технического анализа.

Книга Р. Пардо «Разработка, тестирование и оптимизация торговых систем» — это классика мирового трейдинга, это путь от неуверенности, бессистемности, расшатанных нервов, изматывающих стрессов к осмысленному трейдингу, опирающемуся на изощренное оружие, которым оснащает себя каждый трейдер — Успешную Торговую Систему. Автор знает, как это делается. Теперь об этом узнаете и вы. Удачи вам в рыночных баталиях!

Редактор. Москва,  
2002 год.

# Благодарности

Я хотел бы поблагодарить Бо Тунмана (Bo Thunman), редактора Club 3000 News, который подал мне идею этой книги. И что еще более важно, я хочу поблагодарить его за бесчисленные часы бесед в течение многолетних исследований бесконечных верениц трейдинговых идей, а также за его поддержку и дружбу. Это значило для меня очень много.

Я должен выразить особую благодарность Перри Кауфману, редактору этой книжной серии. Его книга «Системы и методы торговли товарными фьючерсами», как ничто иное, вдохновляла меня в начале моего изучения технического анализа. Наши многочисленные обсуждения книги, которая у вас в руках, оказались весьма плодотворными и ценными. Эта книга не была бы такой без отточенного мастерства его редакции.

Я также должен выразить слова благодарности Фрэнку Мартино (Frank Martino), моему главному программисту. Фрэнк был одним из ключевых переводчиков моих торговых и компьютерных идей на язык программ и главным советчиком, прослушивающим эти идеи на протяжении многих лет. И последнее, но не менее важное, он был верным и преданным работником и хорошим другом.

Мне также хотелось бы выразить признательность моему бывшему компаньону Эндрю Джеджику (Andrew Dzedzic). Многие годы мы получали удовольствие от многочисленных обсуждений горизонтов технического анализа. Его непредубежденный и объективный подход к трейдингу и анализу рынков всегда был новаторским. Его безвременная кончина была не только человеческой трагедией, но и потерей для технического трейдинга.

Особые слова благодарности Стиву Хенделу (Steve Hendel), который поддерживал наши устремления.

Уэнди Грау (Wendy Grau), мой редактор, Линда Индиг (Linda Indig), мой менеджер по производству, и Нэнси Лэнд (Nancy Land) из Publications Development Company of Texas, предоставили свое терпение, поддержку и вдохновение.

Благодарю Джима Хоукинса (Jim Hawkins) и Рика Редмонта (Rick Redmont) за многолетние обсуждения и за комментарии к черновому варианту этой книги.

# Предисловие к серии «Преимущество трейдера»

Серия «Преимущество трейдера» — это новая концепция в издании литературы для трейдеров и аналитиков рынков фьючерсов, опционов, акций и вообще для всего мира экономических рынков. Книги этой серии представляют отдельные идеи, включающие лишь ту базовую информацию, которая необходима для понимания содержания. Ни длинных введений, ни определений фьючерсного контракта, клирингового дома, порядка входа в рынок. Только конкретика.

Индустрия фьючерсов и опционов уже не в младенческом возрасте. Из своей роли сельскохозяйственного инструмента она превратилась в подобие самых активных мировых рынков. Использование спота на валютных рынках делает выбор между спотом или фьючерсом достаточно условным, подобным же образом фьючерсные рынки развились в официальный инструмент ценообразования для мирового рынка зерновых. С помощью одного телефонного звонка трейдер или инвестиционный менеджер может хеджировать портфель акций, установить кросс-курс, выполнить свопирование или купить индекс защиты от инфляции. Классические распорядки уже не поддаются четкому разграничению.

И это только начало. Автоматизированные биржи теснят традиционные рынки, практикующие торги с голоса. Даже сейчас, с момента, когда сделка в яме заключена, все остальное осуществляется электронно. «Программная торговля» - это автоматизированный ответ на анализ компьютеризированной тикерной ленты, и это просто намек на неизбежный эволюционный процесс. Скоро исполнение сделок будет компьютеризировано, и тогда мы не сможем кому-то звонить и жаловаться по поводу качества исполнения того или иного приказа. Возможно, у нас даже не будет места, где приказ исполняется.

Биржевая литература тоже эволюционирует. Многие книги о трейдинге являются ознакомительными. Даже те, что адресованы более подготовленной аудитории, включают обзор спецификаций контрактов и принципы функционирования рынков. Существует очень мало книг, предназначенных специально для опытных и профессиональных трейдеров и аналитиков. Серия «Преимущество трейдера» призвана изменить эту ситуацию.

Эта серия представляет груды признанных профессионалов и выдающихся исследователей-аналитиков. Высокопрофессиональные таланты этих авторов нашли свое применение, главным образом, на рынках фьючерсов, наличных активов и акций, но часто истинным применением становилось прогнозирование цены. Темы этой серии будут включать торговые системы и индивидуальные техники торговли, но все это неотъемлемая часть процесса, призванного существенно улучшить ценовой прогноз и трейдинг.

Эго творческие работы, которые сродни искусству. Они предлагают новые техники, глубокий анализ современных методов торговли или новаторские и свежие взгляды на еще не решенные проблемы. Эти идеи представлены в ясной и доходчивой манере, с многочисленными примерами и иллюстрациями. Поскольку в этих работах нет ненужного ознакомительного материала, они кратки и целенаправленны. Они требуют внимательного чтения, изучения и усвоения. В обмен на эго они дают знание, помогающее построить нетривиальное понимание всех областей рыночного анализа и прогнозирования.

Перри Дж. Кауфман  
Бермуды

# Предисловие

Боб Пардо работает над оптимизационными проблемами многие годы. Будучи автором тестовой программы широкого применения, Advanced Trader, и разработчиком многочисленных торговых стратегий, он, вне всякого сомнения, обладает всеми необходимыми знаниями для рассмотрения процесса оптимизации со всех сторон — с точки зрения разработки, тестирования и получения результатов.

На первый взгляд, использование оптимизационной методологии кажется простым, идеальным способом для определения успешной торговой системы. Однако, при ближайшем рассмотрении выясняется, что необходимо принимать серьезные и трудные решения.

Практическая сторона тестирования заключается в необходимости понять, какие результаты могут быть получены от применения набора правил и формул (стратегии) к прошлым данным. Поскольку идеи большинства методов приходят из прошлого опыта (либо очень специфических ситуаций, либо обобщающих концепций) возникает естественное желание понять, где вы ошибаетесь, а где совершенно правы. Подлинным экспертом здесь может быть только тестирование ваших идей на исторических данных. Было бы весьма опрометчиво использовать некую стратегию в торговле, не имея представления о вероятности успеха, величины риска, и, следовательно, величины капитала, необходимого для достижения желаемых результатов. С философской точки зрения есть другая проблема. Мощность компьютеров позволяет тестировать так много комбинаций паттернов, правил и формул, не оставляя сомнений, что кажущаяся успешной стратегия будет найдена. Однако сегодняшний опыт показывает, что такие решения не приводят к прибылям в реальной торговле. Феномен, не так давно осознанный как «подстройка» (overfitting), представляет дилемму для любого разработчика торговой программы. Боб Пардо обращается к этой проблеме непосредственно, предлагая процедуры и ясные объяснения корректного решения.

Оценка результатов оптимизации должна быть также статистически убедительной. Правильное представление и интерпретация этих результатов — ключ к поиску лучших решений. Автор понимает это и показывает ловушки, приводящие к ненадежным результатам и рыночным убыткам, в то время как корректность исполнения дает очень убедительные ответы.

Любому, кто планирует использовать компьютер для разработки или проверки торгового метода, сначала следует прочитать и понять эту книгу.

Перри Дж. Кауфман  
Бермуды.

# Глава 1

## Об оптимизации

Механические торговые системы известны так же давно, как и рынки. Интерес к техническим методам и торговым системам переживает подъемы и спады вместе с интересом к самим рынкам. В последние 10 лет интерес к торговым системам демонстрирует потрясающий рост. Это развитие во многом обязано взрывному росту производительности недорогих компьютеров, что, в свою очередь, обеспечило примерно такой же рост производительности и доступности сложного программного обеспечения для торговли и тестирования. Взаимодействие всех этих тенденций привело к ренессансу методов технической торговли.

Комбинация недорогих компьютеров высокой производительности, серьезного программного обеспечения и растущего арсенала торговых методов сделало сегодня возможным для подготовленного инвестора разработку и тестирование торговых стратегий на равных с профессиональными инвестиционными фирмами. В самом деле, возможности современного инвестора, оснащенного софтвером для тестирования и мощным компьютером, намного превосходят возможности аналитика профессиональных систем, работавшего в середине семидесятых. Кроме того, доступность, диапазон и изощренность современных технических методов то же не много раз выше.

Однако, понимание принципов грамотной разработки и тестирования механических стратегий не успевает за ростом компьютерной производительности, программного обеспечения и методов технического анализа. Жизненный цикл успешной торговой стратегии начинается с идеи и заканчивается получением прибыли. В этой книге представлена технология разработки, тестирования, оптимизации механических стратегий и торговли по ним.

Польза от тщательно протестированной механической стратегии — торговая прибыль. Недостатков стратегии, протестированной безграмотно, много; но главный среди них — торговые убытки. Что еще более обидно, этим убыткам часто предшествуют многие часы труда, а следуют за ними крушение надежд и разочарование, естественным образом вытекающие из подобных провалов.

Применение технического анализа и стратегий механической торговли получило широкое распространение и продолжает расти. По своей природе эти многочисленные подходы к трейдингу опираются на компьютерное тестирование. Если такое тестирование выполнено корректно, оно может придать торговой стратегии огромную ценность. Если тестирование выполнено неправильно, оно приведет к убыткам при торговле в реальном времени. Следовательно, серьезность последствий ошибок тестирования означает, что компьютерное тестирование должно выполняться либо правильно, либо никак.

Игнорирование надлежащих процедур тестирования приведет к разочарованию некоторых трейдеров в компьютерном тестировании. Это игнорирование несправедливо принижает репутацию тестирования и оптимизации в некоторых кругах.

Эта книга показывает, что польза от корректного тестирования и оптимизации торговых стратегий многократно оправдывают усилия, необходимые для их правильного применения. Книга детально разбирает правильный способ построения, тестирования и оптимизации торговой стратегии. Говоря более точно, эта книга проводит четкое различие между оптимизацией, являющейся правильным тестированием, и подстройкой — неправильным тестированием. Эта книга подробно разъяснит и проиллюстрирует:

- Как разрабатывать, тестировать, оптимизировать и оценивать торговую стратегию.
- Как правильно оптимизировать торговую стратегию.
- Симптомы подстройки и указания как ее избежать.
- Чего ожидать от торговой модели при торговле в режиме реального времени.
- Как оценить результаты торговли в режиме реального времени, принимая во внимание результаты исторического тестирования.

Я надеюсь, что эта книга будет полезна любому, кто хочет использовать механические стратегии в своей торговле. Она от начала до конца раскрывает методы, которые необходимо применить, чтобы насладиться плодами торговой стратегии.

Тестирование торговой стратегии выявляет одно из ее главнейших достоинств: показатель прибыли и риска. Ценность торговой стратегии должна выражаться в двух взаимосвязанных параметрах: прибыли и

риске. Эти два полюса эффективности<sup>1</sup> торговли не могут рассматриваться изолированно; они могут рассматриваться лишь по отношению друг к другу.

Следовательно, торговая стратегия может быть правильно оценена только тогда, когда точно измерены и прибыль, и риск. А прибыль и риск могут быть измерены лишь путем исчерпывающего компьютеризованного тестирования. Эти факты повышают значимость компьютерного тестирования торговой стратегии.

Эта книга будет ценной для любого трейдера, использующего компьютер или нет. Она демонстрирует образцы правильного тестирования четко сформулированной торговой стратегии и предлагает усовершенствовать навыки компьютеризованного трейдера. Не использующий компьютер трейдер может получить начальное представление о преимуществе изложенного подхода к торговле.

Эту книгу определенно следует прочитать каждому, кто уже использует стратегии, протестированные на компьютере, и не получает при этом торговой прибыли, а также и тому, кто только хочет начать заниматься тестированием стратегий. Изучение последующего материала поможет установить и устранить причины неудач: непродуманная стратегия, неверная методология тестирования или неправильная интерпретация результатов реальной торговли.

Опять же, рискуя показаться предубежденным, я полагаю, что эта книга поможет и тем трейдерам, которые в результате своей работы уже получили удовольствие от прибылей. Представлено несколько методик тестирования, которые в письменном виде излагаются впервые. Надеюсь, что детальное изложение форвардного анализа<sup>2</sup> откроет эту мощную методологию взорам тех, кто будет применять ее для дальнейшего повышения прибыльности своего трейдинга.

## Значение компьютерного тестирования

Первая причина, по которой стратегия тестируется, это необходимость посмотреть, работает ли она. Правильное тестирование торговой стратегии — это сложная процедура. Понимание того, «работает» ли торговая стратегия в режиме реального времени, также достаточно комплексно. Данная книга показывает, как вырабатываются два этих решения, которые крайне важны для прибыльной компьютеризованной торговли.

Вторая причина тестирования стратегии, это необходимость получить надежное измерение потенциала ее прибыльности и риска. Прибыль побуждает трейдера к торговле. Однако именно размер риска говорит трейдеру, сколько ему будет стоить получение этой прибыли.

## Значение оптимизации

Как только начинается торговля в режиме реального времени, стратегия должна находиться под наблюдением и постоянно контролироваться. Природа торговли такова, что рынки меняются. Меняются тренды. Меняются волатильность и ликвидность. Складываются новые условия. Эти события могут влиять на эффективность торговли. Одна из функций оптимизации — установить параметры максимальной эффективности торговой стратегии в условиях этих постоянных изменений. Другая ее функция — получение показателей, необходимых для объективной оценки эффективности реально торгующей системы.

Оптимизация также может адаптировать торговую стратегию к различным рынкам. Все рынки обладают собственными уникальными особенностями. При одном и том же наборе параметров, торговая стратегия может давать хорошие результаты на одном рынке и плохие — на другом. Оптимизация позволяет найти лучший набор параметров для каждого рынка.

Разные трейдеры обладают разными объемами торгового капитала, временем, требованиями к величине прибыли и склонностью к риску. Оптимизация позволяет в максимально возможной мере адаптировать торговую стратегию к предпочтениям каждого трейдера.

## Содержание глав

Все, что создано человеком, начинается с идеи. В начальный момент идея, как правило, бывает расплывчатой. По мере ее дальнейшего рассмотрения она обретает более четкие контуры. Чем четче идея, тем более определенную и конкретную форму она принимает. Окончательно сформулированная таким образом идея способна стать реальностью.

То же самое справедливо и в отношении торговой стратегии. Глава 2 отмечает семь шагов, по которым должна выстраиваться торговая стратегия, начиная с ее формулирования, продолжая тестированием и

---

<sup>1</sup> Здесь и далее под «эффективностью» торговой системы понимается совокупность статистических показателей системы, главными из которых являются прибыль и риск. (Прим.ред.).

<sup>2</sup> Форвардный анализ (walk-forward analysis) — процедура завершающей проверки торговой системы на произвольном отрезке исторических данных, производится после тестирования и оптимизации системы. (Прим.ред.).



заканчивая торговлей в режиме реального времени. Механическая торговая стратегия, как следует из ее названия, представляет собой набор объективных правил, не зависящих от трейдера. Все успешные трейдеры задействуют определенный набор правил. Использование торговых правил очень важно для управления риском.

Глава 3 состоит из двух основных частей. В первой части представлены основные причины использования торговых систем и их преимущества. Вторая часть представляет семь главных компонентов механических торговых стратегий и их использование. Предусмотрительный современный трейдер хорошо понимает, что гораздо дешевле и намного благоприятней для нервной системы оценить эффективность торговой системы с помощью компьютерной имитации, чем посредством своего торгового капитала.

Оценка торговой стратегии включает несколько различных взаимосвязанных шагов. В Главе 4 представлен перечень указаний, к которым необходимо обратиться для осуществления наиболее точной и реалистичной имитации торговли. Результаты торговой имитации основаны на критерии отбора. Есть старая поговорка, «Будь осторожен, когда что-то просишь, потому что можешь получить именно это». Нет более справедливых слов, относящихся к имитации, чем эти. Имитационная работа по самой своей природе требует многочисленных расчетов. Были разработаны разные методы поиска оптимальных параметров через огромное число имитаций, позволяющие сократить время, требуемое для имитаций.

В Главе 5 исследуется влияние различных методов поиска и оценки на результаты тестирования. Описаны разные типы методов поиска и оценки, их сильные и слабые стороны.

В Главе 6 предварительное тестирование описывается как первый шаг для оценки любой торговой стратегии. Этот шаг проверяет, правильно ли была определена стратегия. Следующий шаг — тестирование стратегии на ряде различных рынков и временных периодов. Конечно, если в данной торговой стратегии отсутствуют переменные, то она не требует оптимизации.

Многие торговые системы построены на правилах и формулах, которые могут варьироваться в зависимости от разных типов рынков и условий. Такая торговая стратегия часто будет выигрывать от оптимизации, которая применяется для определения подходящих значений переменных данной торговой системы.

В Главе 7 представлен надлежащий способ оптимизации торговой системы. Оптимизация происходит в два этапа. Первый этап — оптимизация торговой стратегии на множестве различных рынков и временных периодов. Оптимизационный процесс завершается исчерпывающим форвардным анализом, который оценивает эффективность системы, используя данные, которые не относятся к оптимизационной выборке.

После того, как торговая стратегия была протестирована, оптимизирована и проверена на новых данных, она должна быть оценена с точки зрения ее достоинств в качестве инвестиции, конкурирующей за капитал в пространстве всех капиталовложений, а также других торговых стратегий. Эффективность торговой стратегии должна также быть оценена с точки зрения ее внутренней структуры. Две этих важных темы обсуждаются в Главе 8.

Поскольку правильные процедуры тестирования и оптимизации не очень хорошо известны торговому сообществу в широком смысле, репутация оптимизации в определенной степени принижена в некоторых кругах из-за ее неправильной ассоциации с подстройкой.

В Главе 9 показано, что подстройка торговой стратегии под исторические данные происходит тогда, когда тестирование и оптимизация выполнены некорректно. Чтобы особо подчеркнуть этот факт, целая глава посвящена идентификации симптомов, возникающих в результате пренебрежения правильными методами тестирования и оптимизации.

Цель любой стратегии — торговая прибыль. Как только успешно завершен полный цикл оценивания торговой стратегии — а именно, формулирование, тестирование, оптимизация, форвардный анализ и оценивание стратегии — можно начинать торговлю в режиме реального времени.

Неверные методы оценки показателей реальной торговли вызывают проблемы у компьютерного трейдера. Единственно верное суждение о результатах реальной торговли может быть вынесено только в сравнении с ожиданиями, основанными на правильном тестировании торговой стратегии.

В Главе 10 представлены указания, которым необходимо следовать при оценке эффективности реального трейдинга уже имея представление о прибыли и риске, полученных при компьютерном тестировании.

# Глава 2

## Разработка торговой системы

Разработка торговой системы — это сложный процесс, состоящий из нескольких взаимосвязанных шагов. Вся эта процедура достаточно проста, если трейдер аккуратно и пунктуально выполняет каждый шаг, уделяя должное внимание его значимости.

Существует два подхода к созданию торговой системы. Первый подход использует логику и систематическую эмпирическую проверку; то есть, каждый шаг должен быть осмыслен, прежде чем начинать тщательное тестирование. Этот подход, который представлен и развит в данной книге, есть путь знания. Модели прибыльной торговли, рождающиеся в результате этого подхода, обеспечивают бесценное преимущество. Трейдер, торгующий по такой системе, обладает полным пониманием того, почему и как данная торговая модель функционирует и является успешной.

Простой пример этого подхода мог бы выглядеть следующим образом. Создается теория поведения рынка, согласно которой увеличение дневного торгового диапазона является сигналом к изменению тренда. Разрабатывается механизм применения этой теории к торговле. Будем занимать длинную позицию, если рынок демонстрирует рост на 120% от величины трехдневного среднего дневного диапазона, приняв за точку отсчета вчерашнюю цену закрытия. Займем короткую позицию при падении рынка на 120% трехдневного среднего дневного диапазона от вчерашней цены закрытия. Выходим по противоположным сигналам. Пишется программа для тестирования этой идеи. Она обнаруживает скромную прибыльность стратегии на пяти рынках в пяти исторических периодах. Оптимизация и форвардное тестирование раскрывают полный спектр ее прибыльности. Стратегия признана работоспособной. По ней идет реальная торговля. Реальная эффективность согласуется с тестовой эффективностью. Торговля продолжается. Продолжается усовершенствование данной системы.

Глубокое понимание торговой модели имеет много преимуществ. Самые важные из них следующие:

- Гораздо легче совершенствовать систему с течением времени.
- Гораздо легче следовать данной системе в неизбежные периоды ее слабости.

Без понимания теоретических основ модели придерживаться системы и улучшать ее весьма трудно.

Второй подход — это эмпирический поиск, без теоретического обоснования и объяснения — поиск иголки в стоге сена. Хотя второй подход может приводить к прибыльным моделям торговли, для него характерно слабое понимание того, почему модель работает.

Простой пример этого подхода может выглядеть примерно так. Трейдер увлечен программой, которая позволяет ему вычислять значения прибылей и убытков любой системы, которую он вводит в программу. Он вводит формулу, найденную в книге, которая поразила его воображение. Один или два из 30 переборщиков показывают предельную прибыль в одном историческом периоде на одном рынке. Трейдер считает, что это выглядит многообещающе. Он оптимизирует модель на текущих данных за один год и обнаруживает огромную прибыль. В понедельник он начинает торговать по этой системе. Результаты реальной торговли получаются плохими. Он продолжает торговать до тех пор, пока не теряет половину своего капитала, после чего заключает, что данная торговая система «развалилась». Трейдер начинает искать в своей библиотеке какую-нибудь другую систему или формулу, которая поразит его воображение.

Чтобы понять результаты торговой модели, необходимо следовать семи шагам ее построения и тестирования:

1. Сформулируйте торговую стратегию.
2. Напишите ее правила в определенной форме.
3. Протестируйте торговую стратегию.
4. Оптимизируйте торговую стратегию.
5. Торгуйте по этой стратегии.
6. Отслеживайте эффективность трейдинга и сравнивайте ее с тестовой эффективностью.
7. Улучшайте и совершенствуйте данную торговую стратегию.

Каждый из этих шагов зависит от успешного выполнения предыдущего шага (См. Рисунок 2-1). Постоянная обратная связь, использование информации последующих шагов для возврата и корректировки более ранних шагов — принципиальная составляющая данного подхода и одна из его самых сильных сторон. Если система хорошая, данный подход приводит к постоянной эволюции, усовершенствованию и улучшению данной торговой стратегии.

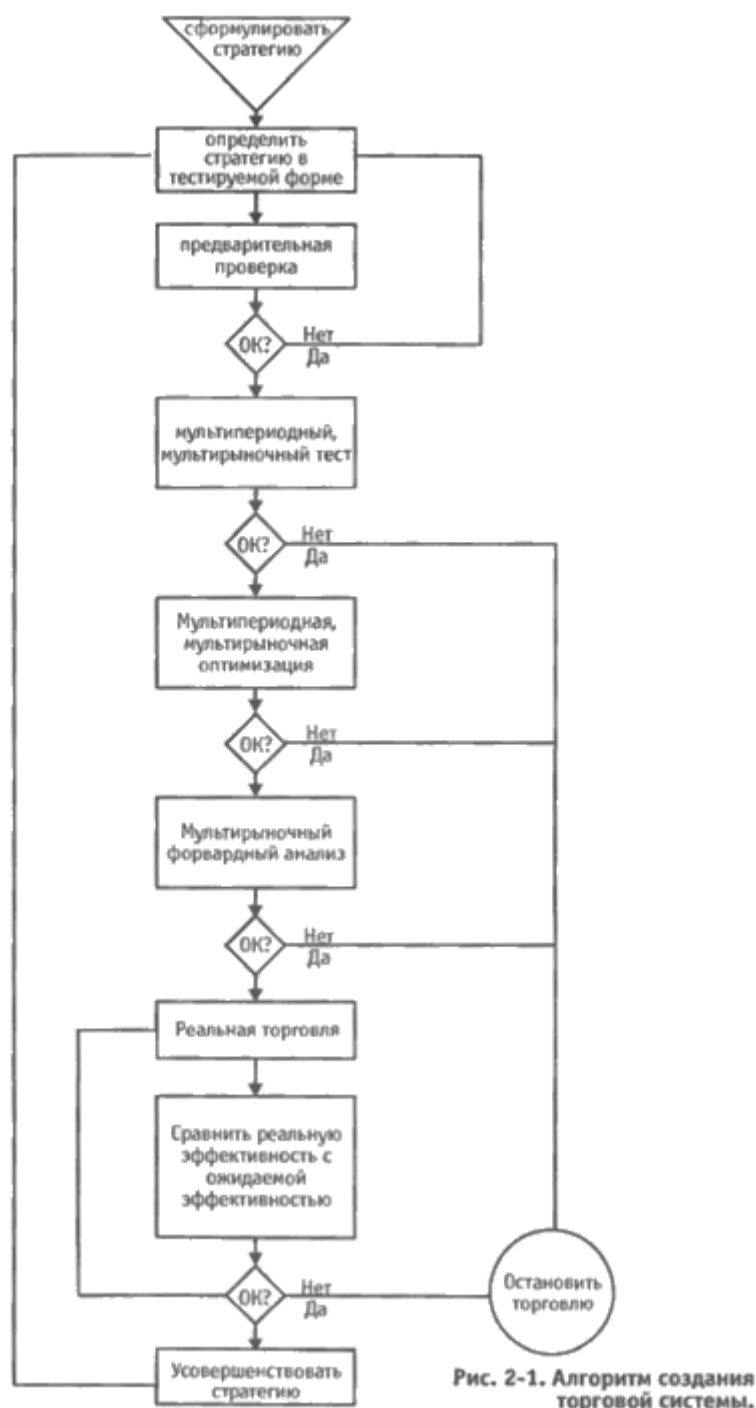


Рис. 2-1. Алгоритм создания торговой системы.

## Шаг 1: сформулируйте торговую стратегию

Торговая система начинается с идеи. Правила, образующие стратегию, должны быть изложены последовательно. Стратегия может быть простой или сложной, какой вы пожелаете. В конечном счете, простота или сложность стратегии не имеют значения. Что действительно имеет значение, это цельность и согласованность стратегии.

Например, занимайте длинную позицию, когда рынок растет более, чем на 125% от вчерашнего дневного диапазона относительно цены закрытия. Занимайте короткую позицию, когда рынок падает на ту же величину. Выходите из позиций по сигналу, противоположному сигналу на вход.

Неполное определение всех правил стратегии — одна из самых распространенных ошибок при разработке систем. Особенно это справедливо в отношении трейдеров, только начинающих этим заниматься.

Два минимальных требования для определения торговой стратегии — правило входа в рынок и правило выхода из рынка. Обычно стратегия состоит из условий покупки и продажи, «зеркальных» по отношению

друг к другу. Например, сигнал на покупку возникает при росте цены выше 3-дневного максимума, а сигнал на продажу — при пробитии ценой 3-дневного минимума. Это симметричная торговая система.

Стратегия может также состоять из совершенно различных условий входа в покупку или продажу. Например, сигнал на покупку возникает при пробитии 5-дневного максимума, а сигнал на продажу — при падении 5-дневной скользящей средней ниже 20-дневной скользящей средней. Это **асимметричная торговая система**.

Как правило, торговая стратегия включает **управление риском**, которое является способом ограничения величины капитала, подвергаемого риску, при первоначальном вхождении в рынок. Типичный подход — устанавливать стоп-лосс ордер, представляющий максимальный убыток, допускаемый по сделке. Например, предположим, что длинная позиция по фьючерсному контракту на S&P-500 (Standard and Poor's 500) была открыта по цене 395.00. Стратегия устанавливает максимальный риск на вход в \$1,000, или 2.00 пункта<sup>1</sup>. Следовательно, одновременно с данной позицией вводится стоп на продажу. Если \$1,000 = 2.00 пункта, то стоп на продажу устанавливается на уровне 395.00 — 2.00 пункта, то есть 393.00.

Торговая стратегия может также включать **управление прибылью**, которое защищает не актуализированную прибыль, образующуюся в течение жизни позиции. Типичный подход к управлению прибылью по длинной позиции — устанавливать подтягиваемый стоп (trailing stop) на фиксированную долларовую величину относительно максимума не актуализированной прибыли, то есть, наивысшего закрытия, достигнутого в течение жизни сделки. Рассмотрим стратегию, требующую установки подтягиваемого стопа \$2,000, или 4 пункта S&P, для текущей прибыли длинной позиции. Допустим, что эта длинная позиция открыта по цене 390.00, и на четвертый день существования позиции достигнута точка максимума для текущей прибыли 398.00. Стоп на продажу устанавливается на уровне 394.00 (398.00 — 4.00 = 394.00). Тем самым он зафиксирует прибыль \$2,000 (394.00 — 390.00 = 4 пункта x \$500 за пункт = \$2,000), если рынок начнет корректироваться до уровня 394.00.

Другой вариант управления прибылью — **опережающий целевой ордер** (leading target order). Это более агрессивный способ изымания прибыли, возникающей во время жизни сделки. Типичный целевой подход — устанавливать ордер «**по цене или лучше**» (or better order) на фиксированную долларовую величину выше или ниже цены позиции. Рассмотрим стратегию, требующую установки ордера «**или лучше**» (or better) на уровне \$2,000 (4.00 пункта) выше длинной позиции. Длинная позиция на S&P открыта по цене 375.00. Вводится **ордер на продажу по 379.00 или лучше** (375.00 + 4.00 пункта = 379.00). Такой подход позволяет эффективно забирать прибыль \$2,000, или 4.00 пункта, в момент, когда рынок в течение жизни сделки достигнет данной цены.

## Шаг 2: напишите правила в определенной форме

В следующем примере показано, как преобразовать «расплывчатую» стратегию в четкую, хорошо сформулированную, поддающуюся тестированию стратегию. Джо Трейдер применяет торговую стратегию, которая использует скользящие средние квази-системным образом. Используя эти распространенные, но полезные индикаторы определенным способом, Джо добился некоторых успехов. Он считает, что мог бы добиться намного большего, если бы больше знал об этих индикаторах. Для этого он отыскал и нанял Алекса Программера, чтобы тот написал компьютерную программу, которая позволит ему четко сформулировать и протестировать эту торговую стратегию. Во время их первой встречи произошел следующий диалог, в котором Джо объяснил свой метод:

- Джо: Я покупаю, когда скользящие средние выглядят хорошо, и продаю, когда они
- Алекс: М-гм, это очень любопытно. И это работает?
- Джо: Иногда.
- Алекс: Интересно. Но нам надо постараться быть более конкретными, чтобы разобраться в этом. Не возражаете, если я задам вам несколько вопросов?
- Джо: Думаю нет, но надеюсь, что это не займет слишком много времени. Мне надо делать деньги. Я хочу свозить семью в Европу этим летом. Давайте приступим.
- Алекс: О'К. Давайте начнем со стороны покупки. Могли бы вы сперва сказать мне, что вы имеете в виду, говоря, что средние выглядят хорошо?
- Джо: Ну, я думал, это вполне очевидно. Средние выглядят хорошо, когда короткая средняя просто прорывается через длинную.
- Алекс: Может для вас это и очевидно, но не для меня. Под словами «прорывается через» вы подразумеваете, что средняя один пересекает среднюю два снизу

<sup>1</sup> В настоящее время стоимость 1 пункта фьючерсного контракта на S&P500 составляет \$250. (Прим. ред.) .

Джо: Ну да.

Алекс: Хорошо. Имеет ли значение, сколько раз средняя один пересекает среднюю

Джо: Иногда да, иногда нет. Зависит от ситуации.

Алекс: От чего конкретно?

Джо: Трудно сказать.

Алекс: Ладно, тогда может быть нам следует оставить вопрос о количестве пересечений до лучших времен. Давайте просто запустим базовую систему. Мы знаем, что будем продавать, если средняя один пересекает среднюю два снизу вверх. Тогда что вы имеете в виду под словами «средние выглядят плохо»?

Джо: Ну, это тоже очевидно. Они просто рушатся к чертовой бабушке.

Алекс: Хорошо, раз мы покупаем, когда средняя один пересекает среднюю два снизу вверх, прав ли я в предположении, что мы продаем, когда средняя один пере-

Джо: Ну, наконец-то, до вас дошло.

Алекс: Хорошо. Похоже, что мы находимся в позиции всегда. Это правильно?

Джо: Почти всегда.

Алекс: А когда вы вне рынка?

Джо: Когда рынок протухает.

Алекс: Что вы имеете в виду?

Джо: Когда рынок не движется, скользящие средние просто режут меня на куски.

Алекс: Что вы подразумеваете, говоря, что «рынок не движется»?

Джо: Просто нет активности. Много маленьких свингов, но нет больших.

Алекс: Означает ли это, что данная стратегия скользящих средних на самом деле способна отлавливать только большие свинги?

Джо: Да.

Алекс: Тогда что такое большой свинг?

Джо: Зависит от...

Алекс: От чего?

Джо: От рынка.

Алекс: Понятно. Меняется ли это от рынка к рынку и от года к году?

Джо: Безусловно.

Алекс: Влияет ли на это разница в периодах скользящих средних?

Джо: Да.

Алекс: Как вы определяете, какие средние использовать?

Джо: Я играюсь с разными скользящими средними в своей графической программе и использую те, которые хорошо смотрятся.

Алекс: Так вы ничего не знаете о прибыли и риске этих самых средних, которые «хорошо смотрятся», не так ли?

Джо: Нет, не знаю. Именно поэтому я вас и нанял. Я предполагал, что вы все это мне рассчитаете.

Алекс: Хорошо, я сделаю все, что смогу. Как вы контролируете свой риск, когда

Джо: Зависит от обстоятельств. Если одна средняя просто пролетает через вторую, как летучая мышь из ада, я обычно сразу делаю какие-то деньги и проблем нет. Но иногда рынок выглядит таким квелым, и тогда я устанавливаю на позицию близкий стоп.

Алекс: Вы имеете в виду, что иногда используете стоп, а иногда нет?

Джо: Ну да.

Алекс: Это звучит нелогично, а также может быть опасным. Вы хотите тестировать стратегию и со стоп-лоссом, и без него?

Джо: Да.

Алекс: О'К. Я введу в программу такую опцию. Что вы делаете, когда находитесь в плюсовой позиции?

Джо: Если я уже имею пару штук прибыли, то обычно звоню кассиру.

Алекс: Имеете ли вы в виду, что забираете прибыль после того, как сделаете на позиции определенную сумму денег?

Джо: Точно.

Алекс: И сколько же для вас достаточно?

Джо: Зависит от...

Алекс: От чего?

Джо: От рынка. От моих результатов за последнее время. От того, как я себя чувствую и прочей фигни.

Алекс: Ладно, следует ли мне встроить в программу в качестве варианта какую-нибудь идею относительно прибыли?

Джо: Да.

Алекс: Давайте посмотрим, что у нас уже есть. Наша основная торговая модель использует две скользящих средних с разными периодами. Модель всегда в открытой позиции — либо в покупке, либо в продаже. Мы покупаем, если короткая средняя пересекает длинную снизу вверх. Мы продаем, если короткая средняя пересекает длинную сверху вниз. Пока все верно?

Джо: Пока все нормально.

Алекс: Существует два варианта управления рисками для базовой модели — риск-стоп и целевой ордер. Использование любого из них приведет к фундаментальному изменению модели. Если выход из позиции осуществляется посредством риск-стопа или целевого ордера, ориентированного на некоторую прибыль, то модель не будет всегда в рынке. Это так?

Джо: Давайте сварганим то, что есть, а там разберемся.

Алекс: О'К. Я настрою эту программу так, чтобы длины скользящих средних устанавливал пользователь. Будет опция для использования риск-стопа или целевого ордера, или ордера «по цене или лучше». Программа будет способна тестировать несколько комбинаций скользящих средних разной длины. Как вы

Джо: Это начало. Давайте посмотрим что получится.

Эта небольшая пьеса призвана осветить неопределенность, характерную для незавершенной торговой идеи. Хотя Джо Трейдер может казаться чересчур утрированным персонажем, он ближе к реальности, чем к вымыслу. И Алекс Программер обладает гораздо лучшими коммуникативными и адаптивными качествами, чем многие программисты. Более того, этот диалог прошел намного деликатнее, чем большинство подобных разговоров.

В своем окончательном виде торговая система представляет набор четких правил и формул. Если торговая идея не может быть сведена к такому виду, то она не является торговой системой. Торговая система, обсуждавшаяся в предыдущем диалоге, может быть описана тремя способами: на обычном языке, посредством правил и формул и компьютерным кодом.

На обычном языке данная торговая система, основанная на скользящих средних, может быть выражена следующим перечнем правил:

**Правило 1.** Покупайте, когда краткосрочная скользящая средняя пересекает долгосрочную скользящую среднюю снизу вверх.

**Правило 2.** Находясь в покупке, оставайтесь в ней до тех пор, пока не появится сигнал на продажу

**Правило 3.** Продавайте, когда краткосрочная скользящая средняя пересекает долгосрочную скользящую среднюю сверху вниз.

**Правило 4.** Находясь в продаже, оставайтесь в нем до тех пор, пока не появится сигнал на покупку.

Эта торговая система может быть определена следующим набором формул и правил:

Определение 1:  $C(t)$  — цена закрытия  $t$ -го дня, при этом, что сегодняшний день  $t=1$ .

Определение 2:  $x$  это период скользящей средней один (MA1).

Определение 3:  $y$  это период скользящей средней два (MA2).

Формула 1:  $MA1 = [C(t) + C(t+1) + \dots + C(t+x-1)]/x$

Формула 2:  $MA2 = [C(t) + C(t+1) + \dots + C(t+y-1)]/y$

Правило 1:  $y$  никогда не меньше двух  $x$ .

Правило 2: Если  $MA1(t) > MA2(t)$  и  $MA1(t-1) < MA2(t-1)$ , то покупать.

Правило 3: Если вы находитесь в покупке и  $MA1(t) > MA2(t)$ , то не делать ничего.

Правило 4: Если  $MA1(t) < MA2(t)$  и  $MA1(t-1) > MA2(t-1)$ , то продавать.

Правило 5: Если вы находитесь в продаже и  $MA1(t) < MA2(t)$ , то не делать ничего.

На языке программирования C эти же идеи выглядят несколько иначе. Программа на языке C для вычисления значения скользящей средней показана ниже:

```
int SMA( int day, int period, int type, float *value ) {
    register int i;
    float total;
    *value = 0.0;
    if (period<=0)
```

```

    period = 1;
    if (day < period) return( -1 ) ;
    total = 0.0;
    for ( i = 0; i<period; i++)
        total += get_price_data( type, day-i);
    *value = total/(float) period;
    return( 1 ); }

```

Для сравнения, окончательная версия этой торговой системы на С учитывает все описанные выше нюансы и состоит из 8187 строк. Она более точна, чем описание на обычном английском. В такой форме она может быть точно протестирована на ценовых данных.

Для трейдеров, далеких от программирования, которые не владеют языком С или каким-то другим языком программирования было специально разработано дружественное по отношению к пользователю программное обеспечение<sup>1</sup>. Эти программы позволяют трейдеру описывать и тестировать торговые идеи, не имея опыта программирования. Это не говорит о том, что от неправильно определенной системы можно ожидать правильных результатов. Тем не менее, эти программы на самом деле имеют несколько встроенных функций и операций, существенным образом облегчающих спецификацию торговой системы.

В примерах этой книги будет использована программа Advanced Trader; однако другие доступные программы должны давать пользователю те же возможности определенно выражать правила, а также тестировать и оптимизировать эти правила. Торговая идея излагается на языке Скрипт (Script), являющимся языком торговли и тестирования в программе Advanced Trader. На Скрипте предыдущая торговая система, задаваемая двумя скользящими средними, выглядит следующим образом:

```

Period_1 = 5
MA1_Today = sma[ c:,Period_1,0,0]
MA1_Yesterday = sma[c:, Period_1,0,1]
Period_2 = 20
MA2_Today = sma[c:,Period_2,0,0]
MA2_Yesterday = sma[c:,Period_2,0,1]
Longif MA1_Today > MA2_Today then
    Longif MA1_Yesterday < MA2_Yesterday then Order #1
        buy net_position + 1 at MOO end_order
    Endif
Endif
Longif MA1_Today < MA2_Today then
    Longif MA1_Yesterday > MA2_Yesterday then Order #2
        sell net_position + 1 at MOO end_order
    Endif
Endif

```

Как вы видите, Скрипт гораздо легче для понимания, чем код С. Он намного более сжат, чем обычный английский, и очень напоминает вариант спецификации с помощью определений и Формул. Скрипт определяет «Период\_1» как число «5», а «Период\_2» как число «20». Далее, он определяет «MA1\_Сегодня» как простую скользящую среднюю длины 5 на текущий день (то есть, sma[c:, Period\_1,0,0]), и точно так же для других значений этой скользящей средней по ценам закрытия.

Условие покупки устанавливается с помощью команды, называемой «longif». Команда «longif» — это способ использования условия — то есть, если выражение истинно, то делай это; если оно ложно, то делай что-то другое. Когда эти условия выполняются, выставляется ордер на покупку и переворот из текущей короткой позиции с помощью приказа «рынок по открытию» (Market-on-open, MOO) следующего дня. Условие продажи тоже задается с помощью другой команды «longif». Когда эти условия выполняются, выставляется ордер на продажу и переворот из текущей длинной позиции с помощью MOO-приказа — «рынок по открытию» следующего дня.

С помощью Скрипта достигается в точности тот же результат, что и с помощью С-программы, с гораздо меньшими усилиями и намного быстрее, за счет всех встроенных возможностей программы Advanced Trader. Некоторые из этих ключевых возможностей включают управление данными, управление торговлей и сотни встроенных функций, полезных в трейдинге.

### Шаг 3: Тестируйте торговую стратегию

Теперь торговая система имеет вид, позволяющий ее протестировать. Этап тестирования имеет две цели. Первая — определить, выполняет ли данная система то, что ей задано. Другими словами, генерирует ли она сигнал на покупку, когда короткая скользящая средняя пересекает длинную скользящую среднюю снизу вверх, и продажу, когда короткая средняя пересекает длинную сверху вниз? Чтобы выяснить это, на

<sup>1</sup> Автор является разработчиком Advanced Trader, одной из ведущих доступных программ в этой области



небольшом промежутке ценовых данных осуществляется одиночная проверка торговой системы. Полученные торговые сигналы проверяются вручную на дневках. Если система функционирует правильно, первая стадия тестирования завершена. Если неправильно — система должна быть заново протестирована.

Вторая цель фазы тестирования — получить грубое представление о профиле прибыли и риска этой системы до оптимизации. Модель должна быть умеренно прибыльной на нескольких рынках и в течение нескольких различных временных периодов. Не обязательно каждый тест должен показывать выигрыш, однако, если каждый тест будет приносить проигрыш, от данной системы следует отказаться. Вообще, приемлемые показатели исходных результатов должны подтвердить ваше доверие к системе.

Этот этап тестирования не должен быть ни исчерпывающим, ни окончательным. Это скорее панорамный обзор эффективности системы на основе «разумных» значений параметров на нескольких рынках и нескольких временных периодах.

Чтобы выполнить второй этап тестирования, эта простая система пересечения скользящих средних будет протестирована на рынках и данных, представленных в Таблице 2-2.

**Таблица 2-2 Рынки и данные.**

	1981-1982	1983-1984	1985-1986	1987-1988	1989-1990	Кол-во тестов
Рогатый скот	X	X	X	X	X	5
Соевые бобы	X	X	X	X	X	5
S&P 500		X	X	X	X	4
Шв. франк	X	X	X	X	X	5
T-бонды	X	X	X	X	X	5

Данный тест включает сочетание и рынков, и временных периодов. Эта группа тестов состоит из 24 различных тестов, 5 разных рынков и 10-летнего временного интервала, разбитого на 2-летние отрезки. Система будет протестирована на 5- и 40-дневной скользящих средних. Результаты этих 24 тестов приведены в Таблице 2-3.

Чего следует ожидать от такого теста? На самом деле, немногого. Если каждый тест показывает высокую прибыль (например, более \$10,000), считайте, что найдена выигрышная система. Конечно, при условии, что все аспекты тестирования были представлены правильно и моделирование было реалистичным. Однако если каждый тест показывал большой убыток (например, более \$10,000 за год), очевидно, что данная система просто бесполезна. (Есть несколько деликатных исключений из этого правила; они будут обсуждаться в последующих главах.) По всей вероятности, данную систему на этой стадии следует исключить из рассмотрения. Если же, как это часто бывает, результаты смешанные (то есть, есть несколько крупных выигрышей и крупных убытков, наряду с меньшими выигрышами и убытками), можно переходить к этапу оптимизации. Переходите к следующему этапу разработки системы только в том случае, если большинство тестов не показывает крупные убытки.

## Шаг 4: Оптимизируйте торговую систему

Теперь, когда система удовлетворительно прошла первую серию тестов, пора перейти к следующему шагу: оптимизации. В «Словаре Американского Наследия»<sup>1</sup> дается следующее определение: «Оптимизировать: сделать использование чего-либо наиболее эффективным». Согласно этому определению, оптимизировать торговую систему, значит сделать ее использование наиболее эффективным. Это и есть истинная цель оптимизации торговой системы. К сожалению, продолжительная история неправильного употребления этого слова привела к тому, что его стали путать термином «curve-fitting» («подстраивание под кривую»).

Термин «curve-fitting», означающий аппроксимацию, тоже часто понимается неправильно и используется некорректно, в качестве синонима термина «overfitting» («подстройка»). Подстройка происходит тогда, когда построению кривой или тестированию торговой системы на прошлых данных придается чрезмерный вес, а оценке их предсказательной ценности — недостаточный. Понятие подстройки будет подробнее раскрыто в Главе 9.

Процесс оптимизации чреват ловушками. Эта книга призвана указать на них и, тем самым, помочь их избежать. Правильное применение тестирования и оптимизации даст полное представление о торговой стратегии и позволит получить с ее помощью прибыль. Основная идея оптимизации вполне понятна. Но реализовать ее правильно, без полного понимания всех аспектов оптимизации, почти невозможно.

В практическом смысле, оптимизация — это процесс вычисления показателей большого числа различных тестов данной торговой системы на одном и том же отрезке ценовых данных. Тесты отличаются друг от друга, поскольку каждый из них использует разный набор значений оптимизируемых переменных модели (то есть, предмет теста). Небольшой набор лучших моделей выбирается из этой большой группы различных

<sup>1</sup> American Heritage Dictionary, Houghton Mifflin Co., Бостон.



тестовых результатов по определенным критериям. Если и оптимизация, и указанный процесс отбора выполнены с должным вниманием ко всем соответствующим правилам, лучшими моделями будут те, которые обеспечивают максимальный потенциал прибыли в реальной торговле.

Таблица 2-3 Результаты теста.

Фьючерс	Прибыли&убытки	Проседание	Кол-во сделок	Процент выигранных
Живой скот				
1981-1982	(\$ 560)	\$ 3,180	16	25%
1983-1984	(\$ 1,364)	\$ 4,844	17	17%
1985-1986	\$ 6,672	\$ 2,640	11	54%
1987-1988	\$ 1,500	\$ 3,648	11	45%
1989-1990	\$ 1,244	\$ 2,040	17	29%
Среднее	\$ 1,001	\$ 3,270	14	34%
Соевые бобы				
1981-1982	\$10,350	\$ 1,950	11	54%
1983-1984	\$18,512	\$ 3,925	13	46%
1985-1986	(\$ 7,300)	\$ 7,387	23	30%
1987-1988	\$11,375	\$ 5,075	12	50%
1989-1990	(\$ 9,662)	\$ 9,662	15	20%
Среднее	\$ 4,655	\$ 5,600	24	40%
S&P 500				
1981-1982				
1983-1984	(\$22,250)	\$22,250	23	13%
1985-1986	(\$ 7,425)	\$23,050	14	42%
1987-1988	\$ 14,375	\$19,425	17	29%
1989-1990	(\$ 8,225)	\$35,350	18	33%
Среднее	(\$ 5,881)	\$25,019	18	29%
Швейцарский франк				
1981-1982	\$ 2,787	\$ 3,875	16	43%
1983-1984	\$ 8,362	\$ 1,800	13	53%
1985-1986	(\$13,350)	\$13,350	20	20%
1987-1988	\$11,325	\$ 7,925	16	37%
1989-1990	\$14,187	\$ 3,775	14	42%
Среднее	\$ 4,662	\$ 6,145	15	39%
Т-бонды				
1981-1982	\$ 2,693	\$ 8,981	14	28%
1983-1984	(\$ 4,268)	\$10,056	13	15%
1985-1986	\$27,456	\$ 6,362	12	41%
1987-1988	\$ 5,312	\$ 4,981	15	33%
1989-1990	\$ 3,287	\$ 8,500	16	25%
Среднее	\$ 5,581	\$ 7,776	14	28%

Пример простой оптимизации

Описанная система пересечения двух скользящих средних — хороший пример разработки простой оптимизации. Торговая модель генерирует сигналы на покупку и продажу, когда две скользящие средние пересекаются. Двумя кандидатами на оптимизацию являются длины, или периоды, двух скользящих средних. Поскольку эти две скользящие средние измеряют два разных масштаба тренда, их длины, или периоды, не должны быть схожими. Учитывая это, данные переменные будут оптимизированы на следующих диапазонах: MA 1 от 1 до 10 с шагом 1, то есть,

12345678910

MA 2 от 15 до 60 с шагом 5, то есть,

15202530354045505560

В этом примере короткие значения первой скользящей средней выбраны для отслеживания краткосрочных трендов, а более длинные значения второй скользящей средней — для отслеживания долгосрочных трендов. Так что же на самом деле произойдет в течение процесса оптимизации?

Сначала компьютер переберет каждое возможное значение первой скользящей средней с первым возможным значением второй скользящей средней. Первые 10 тестов будут использовать следующие комбинации скользящих средних:

MA112345678910

MA2151515151515151515

После того как все возможные значения Переменной 1 (от 1 до 10) будут протестированы с первым значением Переменной 2 (15), этот процесс будет повторен со вторым значением Переменной 2. Другими словами, далее значения от 1 до 10 короткой скользящей средней тестируются со значением 20 длинной скользящей средней.

MA1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MA2	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Этот процесс повторяется до тех пор, пока все комбинации значений переменных обеих скользящих средних не будут вычислены и оценены. В данном примере существует 100 комбинации значений переменных (10 значений Переменной 1 x 10 значений Переменной 2 = 100 тестов).

Оценка торговой модели происходит на основе ее тестовых результатов для каждой комбинации значений переменных. Компьютер вычисляет чистые прибыль и убыток и несколько других статистических показателей торговли для данной торговой модели с 1-дневной скользящей средней и 15-дневной скользящей средней. Эти статистики сохраняются и будут сравниваться со статистиками всех остальных комбинаций. Набор «лучших моделей» будет отобран из этих торговых статистик ста различных вариаций нашей торговой системы, использующей скользящие средние.

На данном этапе можно ожидать значительного улучшения результатов по прибыли по сравнению с теми, которые были получены на первом уровне тестирования. Например, очень хороший тест будет показывать как минимум 25-процентное улучшение общей прибыли, сокращение проседания (drawdown), увеличение числа прибыльных моделей и/или рост доли выигрышных сделок по сравнению с результатами первой серии тестов.

## Форвардный анализ (The Walk-Forward Analysis)

Если оптимизация показывает улучшенные результаты, пора переходить к финальному шагу процесса тестирования: форвардному анализу. Форвардный анализ оценивает эффективность торговой системы исключительно на основе пост-оптимизационного трейдинга или теста на данных, не входящих в оптимизационную выборку. Форвардный анализ — моделирование торговой ситуации, наиболее точно воспроизводящей способ использования от оптимизированной торговой системы в реальной торговле. Этот уровень тестирования обстоятельно и Убедительно отвечает на три важнейших вопроса относительно торговой системы:

1. Будет ли торговая модель приносить прибыль после оптимизации?
2. Каков будет уровень доходности торговой модели после оптимизации?
3. Как будут влиять на торговые результаты изменения тренда, волатильности и ликвидности?

Форвардный анализ подробно обсуждается в Главе 7, «Оптимизация торговой системы».

Первым и самым важным достоинством форвардного анализа является подтверждение способности модели приносить прибыль в будущей реальной торговле. Другими словами, будете ли вы применять данную модель после оптимизации? Будет ли она приносить прибыль в реальной торговле? Конечно, форвардный тест — это не реальный трейдинг, но это гораздо более реалистичная имитация.

Подстройка определяется и детально обсуждается в Главе 9, «Многоликость подстройки». На данном этапе отметьте, что подстройка — это процесс применения слишком большого числа правил или переменных, или манипулирование данными. Это ошибка, которая может возникать по разным причинам. По существу, подстройка слишком близко «подгоняет» переменные торговой модели под данные, на которых система тестируется. Вред в том, что модель подстраивается под случайные или непрогнозируемые аспекты ценового движения. Симптомы подстройки очевидны: отличные результаты в течение оптимизации и плохие в процессе торговли.

Накоплены свидетельства, показывающие две простых, но поразительных истины относительно подстройки. Подстроенная или неправильно протестированная торговая модель с высокой вероятностью приведет к потере денег. Однако, на некоторых этапах оптимизации, ведущей к подстройке, слабая торговая система может быть прибыльной. Еще более неприятен тот факт, что хорошая торговая идея может быть убыточной в реальном времени, если она была подстроена или неправильно оптимизирована. Форвардный анализ обнаруживает это, и в этом одно из его главных достоинств.

Форвардный анализ добавляет к традиционной процедуре оптимизации очень важный шаг. Он тестирует эффективность переменных модели на данных, которые не были включены в оптимизационные данные. Это также называется тестированием на данных, не вошедших в выборку или форвардным тестированием.

Можно определенно сказать, что слабая или подстроенная стратегия не будет показывать прибыль при форвардном анализе. По всей вероятности, даже хорошая модель, которая была подстроена, при форвардном анализе не будет прибыльной. Тем не менее, единственный способ обнаружить это — тестирование.

Исследования показали, что выбранная случайно, слабая или подстроенная модель может делать деньги в одном-двух форвардных тестах. Однако исследования также показали, что такая модель не будет прибыльной

на большом числе форвардных тестов. Следовательно, чтобы достичь максимальной уверенности, торговая модель должна быть подвергнута серии форвардных тестов, или форвардному анализу. Торговая модель, приносящая значительную общую прибыль на большом числе форвардных тестов, из которых как минимум 50% тестов были прибыльными, с большой вероятностью будет успешной.

Второе достоинство форвардного анализа — более точное и надежное измерение уровней пост-оптимизационных прибыли и риска. Это тоже объясняется более детально в Главе 7. Форвардный анализ дает статистическую картину многочисленных оптимизационных и пост-оптимизационных торговых периодов. Он обеспечивает большую статистическую валидность<sup>1</sup>, чем традиционная оптимизация, потому что опирается на гораздо большую выборку данных. Форвардный анализ дает возможность точного сравнения и измерения уровней прибыли форвардного трейдинга относительно прибыли оптимизационного трейдинга.

Если модель приносит при форвардном трейдинге лишь 25% оптимизационной прибыли, то она не оправдывает наших ожиданий. Правильно подобранная модель должна показывать уровень эффективности, сопоставимый с достигнутым в процессе оптимизации. Если хорошая модель показывает более низкие результаты, чем при оптимизации, то она, по всей вероятности, чрезмерно подстроена под выборку. Если после дальнейшего тестирования этот порог низкой эффективности не может быть преодолен, необходимо сделать вывод, что данная модель просто плоха.

Третье достоинство форвардного анализа в том, что он дает представление о воздействии изменений тренда, волатильности и ликвидности на эффективность трейдинга. Исследования показали, что изменения тренда, которые по своей природе происходят стремительно, а также значительные изменения и волатильности, и ликвидности имеют большое, и часто — отрицательное, воздействие на эффективность торговли. Хорошая, устойчивая модель будет более способна к тому, чтобы «выстоять» или прибыльно реагировать на такие изменения.

Форвардный анализ, «прокручивающий» большие временные периоды, разбитые на множество последовательных отрезков, дает много информации относительно воздействия таких рыночных изменений на торговую эффективность. Пользователь может легко выделить и оценить положительные и отрицательные воздействия необычных, неповторяющихся событий, таких как крах фондового рынка 1987 года или война в Персидском заливе.

## Пример простого форвардного анализа

Как должен выглядеть простой форвардный тест? Чтобы сконструировать для модели такой тест, допустим, что идеальное окно оптимизации составляет четыре года, а идеальное форвардное или торговое окно — шесть месяцев. В этом случае достаточным можно считать двенадцать тестов системы. Для данного теста необходимы ценовые данные за 9,5 лет.

Кандидат на такой пример — фьючерс на S&P с 01.07.1982 по 20.01.1992. Форвардный тест будет представлять торговлю в течение пяти с половиной лет с 01.07.1986 по 20.01.1992 в рамках двенадцати 6-месячных постоптимизационных форвардных тестов. Будут сканироваться диапазоны двух переменных:

покупка при проценте — от 0 до 750 с шагом 50; пробоя торгового диапазона

продажа при проценте — от 0 до 750 с шагом 50. пробоя торгового диапазона

Первый шаг форвардного теста — оптимизация этих двух переменных на первом четырехлетнем окне ценовых данных: с 02/07/82 по 30/07/86. Когда этот шаг будет выполнен, результатом будет лучшая модель и ее модельные значения.

Затем эти оптимальные значения тестируются на первом 6-месячном торговом окне ценовых данных: с 01/07/86 по 31/12/86. Чтобы увидеть эффективность модели в первом форвардном тесте оцениваются и записываются чистая прибыль и убыток лучшей модели как на оптимизационных, так и на торговых окнах.

Рассмотрим пример: оптимизировать модель на первом оптимизационном окне и найти, что лучшая модель использует значение прорыва 50% и 100% и приносит чистую прибыль \$36,670 за 1982 — 1986гг. Затем эта лучшая модель тестируется на последних шести месяцах 1986г. теста. Далее процесс повторяется на следующем 48-месячном тестовом окне, с января 1983 г. по декабрь 1986 г. В свою очередь, когда найдена лучшая модель для этого окна, она снова тестируется на следующем 6-месячном тестовом окне с января 1987 по июнь 1987г. Этот процесс повторяется до тех пор, пока не будут завершены все двенадцать оптимизационных и форвардных тестов. Последним оптимизационным окном будет интервал с января 1988г. по декабрь 1991г., а последним тестовым окном будет январь 1992г.

При форвардном анализе записываются результаты этих 12 оптимизаций, показанные в Таблице 2-4, и подытоживаются результаты 12 форвардных тестов, что показано в Таблице 2-5. При этом также вычисляются и сравниваются годовые ставки доходности по результатам оптимизационных и форвардных тестов. Эта статистика показывает форвардный показатель эффективности. Как правило, форвардный

<sup>1</sup> Валидность — достоверность, состоятельность, обоснованность. (Прим. ред.).

показатель эффективности в 50% или больше считается одним из показателей успешного форвардного анализа. В Таблице 2-5 форвардный показатель эффективности равен 115,93%.

### Таблица 2-4. Резюме чистых прибылей и убытков

[illegible]

Считается, что торговая система прошла форвардный анализ, если она прибыльна в целом, имеет форвардный показатель эффективности 50% или более и не менее 50% ее форвардных тестов оказались прибыльными. Если ситуация такова, то статистические показатели системы необходимо тщательно проанализировать. Это детально описано в Главе 7.

Прежде всего, следует рассмотреть распределение прибылей, убытков и сделок. Чем равномернее распределение этих элементов по всему периоду форвардного анализа, тем лучше. Валидность форвардного анализа может быть нарушена любым необычно крупным выигрышем, выигрышной серией или большим периодом времени в выигрышной позиции, если вклад каждого из которых в чистую прибыль превышает 50%. Если торговая система удовлетворяет этим необходимым критериям, то настало время начинать трейдинг.

### Таблица 2-4. Резюме оценочного окна

[illegible]

## Шаг 5: торгуйте по системе

После того, как система была тщательно протестирована и оценена, торговать по ней легко. Сигналы и стопы должны генерироваться на дневной основе, в точном соответствии с формулами и правилами, которые были проверены в процессе тестирования.

Чтобы обеспечить максимальную вероятность успеха, должны приниматься все сигналы системы без исключения. Ларри Вильямс, гуру в области торговых систем, сказал: «Торговые системы работают. Системные трейдеры — нет.»

Другими словами, прибыльные торговые системы существуют. Успешные системные трейдеры встречаются редко. Многим трейдерам не хватает достаточной уверенности в своих торговых системах и их понимания, чтобы продолжать придерживаться их сигналов, когда начинаются неизбежные для них периоды проседания. Многим трейдерам также не хватает самодисциплины, необходимой для твердого следования механической торговой системе. Опыт показывает, что систематический трейдинг — один из лучших способов делать деньги. Причина этого — в согласованности входов и выходов, и что еще более важно — торговых риска и прибыли. Сама по себе согласованность не будет гарантировать прибыли, но без согласованных входов, выходов и риска невозможно управлять прибылью и риском. А без управления риском слишком малы шансы получить прибыль.

Урок простой. После того как торговая система была удовлетворительно протестирована и показывает в реальной торговле результаты, соответствующие ожидаемым, следуйте ей и исполняйте каждый ее сигнал. Это не значит, что у торговой системы не будет ряда убыточных сделок. Они будут. Работа трейдера заключается в точном понимании того, какой тип риска и проседания типичен для данной торговой системы. Работа трейдера также в том, чтобы иметь адекватную капитализацию для таких проседаний, позволяющую реализовать последующие прибыли.

Трейдеру никогда не следует слепо следовать торговой системе, которая сбилась с курса. Лучшие и самым исчерпывающим образом протестированные торговые системы могут вступать в полосу проблем, часто обусловленную изменениями характера рынков. Драматическое падение рыночного объема и волатильности может приводить к недостатку ликвидности и ценового движения. В таких условиях большинство систем плохо работают. Наоборот, некоторые рынки становятся очень неустойчивыми и демонстрируют беспрецедентную волатильность. Это может наносить ущерб торговым системам. Если такие условия представляют лишь небольшую часть протестированных данных, то скорее всего данная система не будет эффективной, возможно, за исключением короткого периода времени.

Помните, все торговые системы тестируются на прошлом ценовом поведении. Если торговая система запускается на ценовом поведении, которое прямо противоположно прошлому, или если оно никогда ранее не встречалось, система может легко привести к убыткам. Чаше всего этот период не будет продолжительным; но когда вы торгуете по системе, очень важно знать, в какой момент следует от нее отказаться. Это зависит от стоп-лосса данной системы, определяемого и обсуждаемого в Главе 10, «Оценка реальной торговли».

Детальное понимание эффективности торговой системы, профиля ее прибыли и риска, а также величины системного стоп-лосса, даст уверенность, необходимую для принятия каждого сигнала системы. Эта уверенность и тщательно протестированная, прибыльная торговая система и есть то, что необходимо хорошему системному трейдеру.

## Шаг 6: сравните прибыли, полученные при тестировании и при реальной торговле

Чтобы успешно торговать по системе, пользователь должен тщательно отслеживать ее показатели при реальной торговле. Крайне важно понимать, что правильно разработанная и протестированная торговая система в реальной торговле должна продолжать вести себя аналогично периоду тестирования. Возникают условия, которые могут нарушать это равновесие. Тем не менее, крайне важно, чтобы в такой ситуации трейдер понимал причину возникшего отклонения.

Многие трейдеры слишком быстро отказываются от торговой системы, когда она несет убытки, хотя такая степень и объем убытков могут быть типичными для данной системы. Причиной этого часто бывают недоверие и неуверенность в данной торговой системе.

В то же время лишь немногих трейдеров настораживает, когда система начинает приносить прибыль сверх ожидаемой. Это серьезное отклонение, хотя и гораздо более приятное, также требует объяснения. Понимание того, почему это происходит, может дать важную информацию.

Такое знание может помочь приблизить будущие сюрпризы. Оно также может указывать на вероятность более крупных убытков, поскольку прибыли выше ожидаемых обычно являются результатом растущей волатильности, а обратной стороной

роста волатильности часто бывают более крупные убытки. Это знание может способствовать также усовершенствованию торговой системы.



Важно отслеживать и регистрировать показатели торговой системы в процессе реальной торговли. Необходимо постоянно сравнивать показатели прибылей и убытков реальной торговли системы с ее тестовыми показателями. Контроль соответствия результатов статистическим характеристикам и определяет итог работы. Вот некоторые из этих ключевых статистик:

1. Частота и продолжительность торговли.
2. Максимальное проседание счета.
3. Максимальный взлет счета.
4. Размер и длительность средней проигрышной сделки.
5. Число сделок, продолжительность и долларовая величина средней убыточной серии.
6. Размер и длительность средней выигрышной сделки.
7. Число сделок, продолжительность и долларовая величина средней выигрышной серии.

С помощью этой информации оценка реальной торговли становится механической. Любому отклонению реальных показателей от тестовых необходимо дать удовлетворительное объяснение. В противном случае торговля по данной системе должна быть прекращена.

## Причины провала систем

Рассмотрим худший возможный сценарий: возникли убытки, превысившие системный стоп-лосс, и торговля была остановлена. Было заранее решено, что если максимальная проигрышная серия, найденная при тестировании, будет превышена в реальной торговле на 50% или более без уравнивающего повышения нормы прибыльности, то реальный трейдинг по данной системе должен быть остановлен. Существует три возможных причины такой ситуации:

1. Это слабая система, вышедшая за рамки тестовых проверок и балансов.
2. Это хорошая система, которая была неправильно оптимизирована.
3. Возникли исключительно неблагоприятные или не протестированные рыночные условия.

Если все шаги тестирования, описанные в этой главе, были выполнены, вероятность того, что данная система просто плоха, достаточно мала. Однако если система была протестирована небрежно, то такое возможно. Если вы обнаружили именно эту причину, то протестируйте торговую систему надлежащим образом.

Аналогично, если тестовые процедуры, описанные в данной главе, были выполнены внимательно и без отклонений от плана, то вторая указанная причина тоже маловероятна. Однако, если у вас есть основания полагать, что торговая стратегия правильна, то стоит перепроверить вашу работу, уделив особое внимание подробностям каждой сделки, чтобы найти ошибки в логике.

При наличии хорошо разработанной и тщательно протестированной торговой системы третья причина неудачи наиболее вероятна. Как упоминалось ранее в этом разделе, резкие изменения объема, ликвидности, размера и частоты ценовых разрывов, волатильности и тренда могут расправиться с любыми системами, отлично разработанными и протестированными.

Тем не менее, в данном случае эта неудача вызвана недостаточным тестированием. Рынки по своей природе предполагают множество меняющихся ситуаций. Необходимо тестировать торговые системы на достаточно большой выборке данных, чтобы предотвратить подобные отклонения от статистических показателей. Рынки действительно нагреваются и охлаждаются, и по этой причине выборка должна быть достаточно представительна. Если очень активный и хорошо торгуемый рынок просто «истощается», это может неблагоприятно сказаться на торговой системе. Эффективность торговой системы в таких условиях также необходимо знать.

По этим причинам крайне важно тестировать торговую систему на хорошо диверсифицированном наборе ценовых данных, включающем высокую волатильность, низкую волатильность, бычий рынок, медвежий рынок, застойный рынок и т.д. Только так вы можете снизить вероятность столкновения в реальной торговле с рыночным поведением, отличающимся от того, на котором ваша система была протестирована. Если торговая система не была протестирована на каком-либо типе рынка или его состоянии, вы просто не можете знать ее эффективность в такой ситуации. Неполное тестирование в результате подобных упущений ведет напрямую к торговым убыткам.

Если тестирование и оптимизация выполнены надлежащим образом, а система терпит неудачу, рассмотрите в качестве вероятной причины недостаточное количество данных. Все эти причины неудачи системы скорее всего могут быть устранены после повторения необходимых процедур. Однако имейте в виду, что плохая система есть плохая система, и как ее не тестируй, лучше она не станет.

## Плохое тестирование

Избавиться от плохого тестирования нетрудно. Просто выполните его правильно. Если окажется, что данная система хорошая и была протестирована некорректно, запомните, во сколько вам обошлась такая небрежная работа. В следующий раз это должно повысить вашу внимательность.

### **Неблагоприятное поведение рынка**

Если причиной провала было неблагоприятное поведение рынка, есть два варианта выбора. Включите в тестовый набор сходные данные и снова протестируйте систему. Если это невозможно, переждите неблагоприятную рыночную ситуацию и затем снова начните торговлю.

### **Прибыльный исход**

Второй исход реальной торговли представляет собой более приятную альтернативу: прибыль. Однако не позволяйте прибыли становиться причиной чрезмерной уверенности или потери бдительности. Продолжайте скрупулезный мониторинг системы. Регулярно сравнивайте систему с ее тестовым профилем. Если показатели системы превышают или опускаются ниже тестовых, то данные факты должны быть объяснены. Если норма реальной прибыли меняется, это необходимо также объяснить. Помните, что рынки больше любого трейдера. Трейдер, застигнутый врасплох, скоро будет искать новую профессию.

Прибыли сверх ожидаемых могут сигнализировать о надвигающейся проблеме. Несмотря на то, что в этот раз необычное поведение системы оказалась благом, в следующий раз она может привести к пропорционально большим убыткам. Крупные прибыли могут быть предупреждением не терять бдительность.

### **Шаг 7: совершенствование системы**

Постоянное наблюдение за эффективностью торговой системы от входа к входу, от сделки к сделке и от выхода к выходу может предоставить трейдеру ценную информацию. Со временем такое пристальное инспектирование с большой вероятностью подскажет много идей относительно улучшения исходной логики трейдинга. Безусловно, при каждом улучшении необходимо внимательно повторять весь процесс разработки и тестирования.

# Глава 3

## Структура торговой системы

**Торговая система** — это механическое средство систематического трейдинга. В «Словаре Американского Наследия» дается следующее определение системы: *«Набор взаимосвязанных идей, принципов, правил, процедур, законов и т.п.»*

В нашем случае ключевые слова — *«взаимосвязанных»* и *«правил»*: *торговая система есть набор взаимосвязанных правил по входу в рынок и выходу из него.*

*Торговая система может быть простой, например: покупать, когда монета падает орлом вверх, и продавать, когда выпадает решка.*

Очень важно, чтобы торговая система была объективной, логичной и полной. Никаких ограничений на сложность торговых правил нет. Простота системы также не обязательно является недостатком.

Существуют тысячи торговых систем. Их форма может быть любой: пересечение скользящих средних, прорывы волатильности, каналы, однодневные паттерны, многодневные паттерны, графические паттерны, системы, основанные на индикаторах и т.д. и т.п.

### Зачем нужна торговая система?

Цель трейдинга — получение прибыли. Основными причинами, по которым торговая система помогает достигать этой цели — ее способность представить возможные количественные Результаты, их проверяемость, объективность системы и ее согласованность.

### Количественная оценка

Правильно протестированная торговая система предоставляет количественные показатели, необходимые для принятия решений, чтобы торговать систематически, рационально и прибыльно.

Протестированная на компьютере торговая система дает количественную оценку прибыли и риска. Она также предоставляет много других очень полезных статистик, обеспечивающих понимание сути действия торговой системы и знание того, чего от нее можно ожидать при торговле.

Как уже упоминалось, без статистически надежного измерения прибыли невозможно предвидеть будущие прибыли и убытки. А без этого нельзя качественно оценить доходность.

Что еще более важно, без статистически надежной оценки риска невозможно контролировать риск. Без риск-менеджмента прибыльной торговли быть не может. Именно риск определяет, сколько стоит торговля по данной системе. Нельзя построить программу управления портфелем, пока неизвестно, во что обходится получение соответствующей прибыли.

Не может быть реальной оценки такого существенного показателя системы, как риск/доход без сравнения прибыли с необходимым риском. Рассмотрим два примера. В первой системе прибыль в \$2,500 получается при риске \$500. Эту систему нельзя назвать суперприбыльной. Она также не может быть названа очень рискованной. Далее, она обеспечивает отношение отдачи (reward) к риску 5 к 1 ( $\$2,500 / \$500 = 5$ ). Это делает данную систему очень привлекательной.

Вторая система дает прибыль \$50,000 в год при риске \$50,000. Это очень прибыльная система, и в такой же степени рискованная. Ее отношение дохода к риску 1 к 1, что совсем непривлекательно. Какая из этих двух систем лучше? Если вы судите только по прибыли, то лучше вторая. Но с учетом того, во сколько обходится получение доллара прибыли, первая система в пять раз лучше второй. Прибыль и риск неразрывно взаимосвязаны.

### Проверка

Зачем нужно проверять торговую систему? Чтобы увидеть, работает ли она. Чтобы узнать, каковы прибыль и риск системы в многообразии различных рынков и постоянно меняющихся рыночных условиях. Без этой важной информации невозможно управлять риском и вести грамотную торговлю. Такая информация также необходима для вычисления ожиданий, стоимости ведения бизнеса и нормы прибыли.

Объективно сформулированный набор торговых правил может быть запрограммирован на компьютере. Запрограммированную торговую систему можно протестировать на многолетней ценовой истории и па многочисленных рынках различных акций, фьючерсов и опционов. Кучу неопределенных и непоследовательных идей невозможно протестировать и измерить. По ним можно торговать. Для этого достаточно иметь брокера и открытый счет. Однако результаты такой деятельности уже многократно



зафиксированы и предсказуемы. Они обеспечивают гарантированное вступление в тот не эксклюзивный 95-процентный клуб всех трейдеров, которые торгуют убыточно.

### Объективность

В «Словаре Американского Наследия» дано следующее определение понятия объективный: «Не подверженный влиянию эмоций, догадок и личных предубеждений». Другими словами, объективное правило всегда может быть повторено и оно не подвержено влиянию этих убийц прибыли — прихоти и эмоции. Сами по себе эмоции не есть нечто вредное. Они крайне важны в жизни. Однако, как мотивация торговой операции эмоция обычно весьма ненадежна. Одно и то же событие часто может вызывать разные эмоциональные реакции, в зависимости от того, здоров трейдер или болен, бодр или истощен, голоден или сыт, радостен или печален, напряжен или спокоен и т.д. Эмоция — враг последовательности, а объективность — ее союзник. Объективность также делает возможной проверяемость, третье важное достоинство торговой системы.

### Согласованность

Почему согласованность столь важна для прибыли? Согласованность — один из основных факторов контроля над риском. Когда риск установлен, его можно измерять, отслеживать и контролировать. Невозможно контролировать риск, когда он не установлен или меняется. Без согласованности в отношении входа, выхода и риска каждой сделки оценить вероятность успеха невозможно.

Согласованность также означает заблаговременное знание того, как действовать при любых обстоятельствах, опираясь на заранее заданные и протестированные правила. Противоположностью такому подходу является непоследовательность и непредсказуемость торговых реакций, основанные на таких эмоциях, как страх и жадность.

Рассмотрим систему, средний выигрыш которой составляет \$1,000, средний убыток — \$500, а процент выигрышных сделок — 45%. После 100 сделок прибыли составят \$45,000 ( $0.45 \times 100 \times \$1,000 = \$45,000$ ), а убытки - \$27,500 ( $0.55 \times 100 \times \$500 = \$27,500$ ). В результате остается прибыль \$17,500.

Теперь предположим, что доля выигрышей системы составляет 45%, средний выигрыш — \$1,000, а размер проигрыша неизвестен. После 100 сделок можно обоснованно предсказать, что 45 сделок будут выигрышными, будет получена прибыль \$45,000, а 55 сделок окажутся проигрышными. Однако денежное значение этих 55 проигрышей мы не знаем. Они могут составить \$11,000 (при условии, что средний проигрыш был равен \$200), дав в итоге чистую прибыль \$34,000. Это было бы замечательно! Но они могут обойтись нам и в \$82,500 (при условии, что средний проигрыш составил \$1,500), приводя к чистому убытку в \$37,500. А может быть и хуже. Так хорошо ли ничего не знать о размере убытков? Ни в коем случае. Полное незнание риска означает полное незнание ценности системы.

Важно знать, что без определения риска на сделку и риска на стратегию невозможно осмысленно торговать по стратегии, неважно, системная ли она или субъективная.

Именно в этом согласованность оказывается наиболее полезной. Хорошая торговая система неизменно применяет одинаковые правила входа и выхода. В свою очередь, когда все остается постоянным (что, как подсказывает опыт, бывает не всегда), размер и частота прибылей и убытков будут оставаться достаточно стабильными. В такой ситуации возможна оценка норм прибыли и риска. Следовательно, появляется возможность торговать.

Без обоснованной оценки потенциальной прибыли невозможно узнать, стоит ли торговать по данной системе. Без разумной оценки потенциального риска невозможно узнать, можем ли мы позволить себе торговать по данной системе. Без знания потенциальных прибылей и риска невозможно осмысленно торговать по любому методу.

Профиль прибыли и риска торговой системы дает возможность сравнивать разные торговые системы. Поскольку уровни прибыльности разных торговых систем и уровни активности на разных рынках очень различны, единственным значимым критерием сравнения двух систем является отношение нормы прибыли к затратам на трейдинг. А лучший показатель стоимости грейдинга — маржа плюс риск.

### Входы и выходы

Сделка включает вход в рынок и выход из него. В идеальном случае трейдеру следует входить в рынок, когда есть основания считать существующие шансы получения прибыли выше чем когда-либо, а выходить из рынка следует тогда, когда на текущей сделке больше невозможно получить прибыль. В реальности дела обстоят следующим образом.

**Определение: Правило входа** иницирует новую длинную или короткую позицию.

Вход имеет место лишь тогда, когда система не имеет текущей позиции. Вот примеры правил входа в покупку (входы в продажу противоположны):

1. 5-дневная скользящая средняя пересекает 20-дневную скользящую среднюю снизу вверх.
2. Индекс относительной силы ниже 20.

3. Цена дневного закрытия выросла на 1% и цена недельного закрытия выросла на 1%.
4. Цена сегодняшнего закрытия выше цены вчерашнего и находится выше 50% дневного торгового диапазона.
5. Сегодняшнее закрытие выше четырех предыдущих.

**Определение:** *Правило выхода* ликвидирует текущую длинную или короткую позицию.

Выход имеет место лишь тогда, когда система имеет открытую или активную позицию. Вот пример выхода, противоположного входу: закрывать длинную позицию, когда 5-дневная скользящая средняя пересекает 20-дневную скользящую среднюю сверху вниз.

**Определение:** *Правило разворота* закрывает позицию и открывает новую противоположную позицию.

Разворот возможен только при наличии позиции. Он сочетает в себе вход и выход: происходит выход из текущей позиции и вход в новую, противоположную позицию. Вот пример правила разворота: «Закрывать длинную позицию и идти в шорт, когда 5-дневная скользящая средняя пересекает 20-дневную скользящую среднюю сверху вниз».

Такие определения помогут нам более конкретно рассуждать о торговых системах. Среди многих торговых систем достаточно распространен выход из позиции на основе нового входного сигнала, противоположного предыдущему. Такие системы всегда находятся в рынке, либо в длинной, либо в короткой позиции.

У некоторых систем может быть не одно правило входа. У других систем правила выхода отличны от правил входа. Число вариаций практически бесконечно.

## Управление риском

Управление риском на сделку — следующий элемент структуры торговой системы. Если система состоит только из правил входа и выхода, потенциальный риск на сделку теоретически неограничен. На практике проседание счета у торговых систем такого типа бывает огромным. Хотя риск на сделку — вопрос индивидуальный и связан с предпочтениями трейдера, он также вносит существенную лепту в оценку и определение абсолютного системного риска.

**Определение:** *Правило риска* ограничивает величину капитала, который может быть потерян в день входа, а также в последующие дни.

Правило риска достигает этого посредством ввода стоп-лосс ордера при открытии позиции. Из-за быстрых рынков и плохого исполнения приказов реальный долларовый убыток при срабатывании стоп-лоссов часто будет превышать желаемую величину. В целом такие стоп-лоссы выполняют возложенную на них функцию и удерживают большую часть убытков примерно на ожидаемом уровне.

Овернайтовый риск, то есть изменение цены от закрытия биржи до ее открытия, главная причина превышения таких стопов. Независимо от уровня стопа, если рынок открывается значительно дальше него, то убыток будет существенно больше планируемой величины. К счастью, такие значительные неблагоприятные открытия не столь часты.

Некоторые торговые системы фактически более эффективны без риск-стопов, но для большинства систем справедливо обратное. Выяснение этого — вопрос эмпирический, решаемый в процессе тестирования и исследования системы.

## Риск на вход

Риск на вход может быть строго ограничен определенной суммой денег посредством использования риск-стопа, измеряемого в пунктах или долларах. Конечно, такой риск может возрасти из-за быстрых рынков и плохого исполнения приказов.

**Определение:** *Риск-стоп* — это величина капитала, подвергаемая риску в начале сделки.

**Определение:** *Долларовый риск-стоп* — это безусловный выход с убытком в точке, стоящей выше или ниже цены входа на некоторую денежную величину.

Например, пусть долларовый риск-стоп составляет \$1,000 (допустим, что сумма \$1,000 равна 2.00 пунктам), и вход в длинную позицию выполнен по 350. Риск-стоп на закрытие этой длинной позиции равен 348 ( $350.00 - 2.00 = 348.00$ ). Стоп на продажу размещается во время открытия длинной позиции в соответствии с правилом входа данной системы. Если впоследствии цена движется против этой новой позиции и превышает риск-стоп, то торговая система выходит из позиции с убытком, равным \$1,000 плюс комиссионные и проскальзывание. Риск-стоп на покупку для короткой позиции противоположен риск-стопу на продажу для длинной позиции.

## Овернайтовый риск

Риск-стоп, применяемый для контроля входного риска, размещается посредством GTC-ордера (good till canceled — действителен до отмены). Чтобы риск-стоп выполнил свою функцию, его необходимо сохранять в

течение всего срока жизни позиции. Однако это не ограничивает риск на сделку суммой \$1,000. Почему? Из-за неограниченного овернайтового риска.

**Определение: Овернайтовый риск** есть величина капитала, подвергаемого риску потери в связи с возможным изменением цены за период от сегодняшнего закрытия биржи до ее завтрашнего открытия.

Если цена открытия рынка превышает наш 2.00-пунктовый риск-стоп на 10.00 пунктов, то риск-стоп будет исполнен по цене открытия с убытком, превышающим запланированный на 8.00 пунктов. Овернайтовый риск — это наиболее опасный тип Риска на сделку. Единственный способ устранить этот риск — закрывать позицию каждый вечер. Понимание овернайтового риска крайне важно для всего риск-менеджмента.

### Торговый риск

**Определение: Торговый риск** — это та минимальная величина капитала, подвергаемая риску в долгосрочной перспективе, позволяющая торговать столько времени, сколько необходимо для реализации потенциала прибыли. Торговый риск может касаться как отдельного рынка, так и портфеля в целом.

Есть разные способы определения величины рискованного капитала, необходимого для торговли по конкретной системе. Три наиболее важными из них являются максимальная серия проигрышей (maximum losing run), максимальное проседание счета и величина гарантийного депозита.

**Определение: максимальная серия проигрышей** — это серия проигрышных сделок, имеющая наибольшую долларовую стоимость.

**Определение: Максимальное проседание** — это наибольшее проседание счета, измеряемое от предыдущего максимума счета до образования нового максимума.

**Определение: Требуемый капитал** — это сумма максимального проседания, маржи и фактора безопасности, необходимая для прибыльной торговли по системе.

Подробно это будет обсуждаться в Главе 10 «Оценка реального трейдинга».

### Цели по прибыли

Один из способов защиты неактуализированной прибыли — просто забирать торговую прибыль, как только был достигнут или превышен определенный порог прибыли. Такой порог называется целью по прибыли (profit target). Цели по прибыли устанавливаются с помощью ОВ-приказов (ОБ, or better - выполнить по цене или лучше).

**Определение: Долларовая цель по прибыли** — это безусловный выход с прибылью в точке, стоящей выше или ниже цены входа на определенную денежную величину.

Включение в торговую систему цели по прибыли представляет собой агрессивный метод управления прибылью. Его преимущество в том, что как только прибыль получена, она сразу фиксируется. Следовательно, эта прибыль не может быть потеряна. Недостаток данного метода в том, что если рынок продолжает уверенно двигаться дальше цели по прибыли, вы упускаете этот потенциал дополнительной прибыли.

Здесь возможны компромиссы. Некоторые торговые системы, применяющие цели по прибыли, менее прибыльны, но дают более высокий процент выигрышных сделок, чем системы без целей по прибыли. Иногда у таких систем ниже риск на сделку и общий риск, а эффективность системы в целом может быть более стабильной. Выбор здесь снова зависит от предпочтений трейдера в отношении риска. Не на все системы фиксация прибыли влияет положительно. Прежде чем решить, насколько это выгодно, необходимо вычислить изменение и риска, и дохода.

Например, рассмотрим цель \$1,000 (где \$1,000 есть 2.00 пункта), и длинную позицию по 350. Цель на продажу для этой длинной позиции составляет 352 ( $350.00 + 2.00 = 352.00$ ). Такой ОБ-приказ на продажу выставляется одновременно с открытием длинной позиции по правилу входа для данной системы. Если в дальнейшем цена движется в направлении, благоприятном для нашей новой позиции, и достигает цели, то торговая система выходит из позиции с прибылью \$1,000 минус комиссионные и проскальзывание. Но еще один плюс целевых ордеров в том, что у ОБ-приказов не может быть проскальзывания. Цель на покупку для короткой позиции противоположна цели на продажу ДЛЯ длинной позиции.

### Влияние овернайтового изменения на целевые ордера

Целевой ОБ-ордер вводится как ГТС-приказ. Чтобы выполнить свою функцию, этот ордер должен сохраняться в течение всей жизни позиции. Однако это не ограничивает прибыль на сделку величиной \$1,000. Почему? Из-за неограниченности овернайтового ценового изменения. Если рынок открывается на 10 пунктов выше 2-пунктового целевого ОБ-ордера, этот приказ будет выполнен по цене открытия. В этом случае овернайтовые разрывы цены могут работать в пользу торговой системы.

Лимитный приказ с фиксированной ценой цели статичен. Он не меняется в течение жизни позиции. Он нечувствителен к изменениям волатильности или силы тренда. Однако цели могут быть и динамичными, если они заданы как функции от волатильности.

### **Подтягиваемый стоп (The Trailing Stop)**

Другой способ управления прибылью в течение жизни сделки — вводить правила, постоянно перемещающие стоп в направлении прибыльного рыночного движения в течение жизни позиции. Этот тип управления прибылью обычно называется подтягиваемым стопом. По мере движения рынка в направлении позиции подтягиваемый стоп продвигается так, чтобы защитить дополнительную прибыль или сократить изначальные убытки.

Существует два варианта подтягиваемого стопа. В первом случае подтягиваемый стоп устанавливается только после того, как позиция достигла минимального порога прибыли. Это делается с целью предоставить сделке достаточное пространство, позволяющее выдерживать неблагоприятные ценовые движения, допускаемые системой, и тем самым минимизировать влияние ценовых колебаний. Второй вариант — вводить подтягиваемый стоп с первого дня сделки. Этот подход призван наряду с минимизацией убытков максимизировать прибыль. Лучшим из этих подходов может быть как первый, так и второй. Какой из них более эффективен для системы — вопрос эмпирический, решаемый с помощью тестирования.

Положительная сторона подтягиваемого стопа в том, что он защищает гораздо большее количество аккумулированной прибыли. Отрицательная сторона в том, что система может быть выведена из прибыльной позиции на коррекции, предшествующей движению к новому максимуму прибыли. И опять, как в случае других правил, касающихся риска и прибыли, использование подтягиваемого стопа зависит от предпочтений трейдера в отношении риска и от результатов тестирования.

**Определение:** *Подтягиваемый долларовый стоп на прибыль — это динамический приказ, устанавливающий долларовую величину выше или ниже текущего ценового минимума или максимума, представляющий новый более высокий уровень вариационной маржи.*

Например, рассмотрим долларовый подтягиваемый стоп в размере \$1,000 (где \$1,000 равны 2.00 пунктам), длинную позицию по 350 и максимум вариационной маржи на уровне 356.00. Подтягиваемый стоп на продажу для этой длинной позиции составляет 354 ( $356.00 - 2.00 = 354.00$ ). Этот подтягиваемый стоп на продажу размещается в зависимости от максимальной цены, повлекшей за собой образование нового максимума вариационки. Если в дальнейшем цена движется против нашей длинной позиции и падает ниже стопа на продажу, торговая система выходит из позиции с прибылью \$2,000 минус комиссионные и проскальзывание. Подтягиваемый стоп на покупку для короткой позиции устанавливается противоположным образом.

### **Влияние овернайтового изменения на подтягиваемый стоп**

Подтягиваемый стоп является динамичным, меняющимся по мере продвижения рынка в благоприятном для сделки направлении. Чтобы выполнить свою функцию, подтягиваемый стоп должен вводиться каждый день в течение жизни позиции. Однако это не ограничивает прибыль от сделки той величиной, которая в данный момент защищена. Почему? Ввиду овернайтового изменения цены. Если рынок откроется на 10 пунктов ниже нашего подтягиваемого стопа, он будет исполнен по цене открытия, превращая при этом «бумажную» (неактуализированную) прибыль в реальный убыток. Здесь снова овернайтовый риск может работать против торговой системы.

### **Входные фильтры**

Чтобы подняться на более высокую ступень сложности системы, к правилам входа могут быть применены фильтры. Фильтры — это прочие рыночные факты или индикаторы, запрашиваемые для определения целесообразности принятия входного сигнала, выдаваемого первичными правилами входа.

**Определение:** *Правило входного фильтра на основе дополнительной информации принимает или отклоняет сигнал на вход, выданный первичными входными правилами.*

Отдельный простой фильтр может быть применен к основному правилу входа. Например, если сегодняшнее закрытие выше вчерашнего, то сигналы на покупку следует принимать. Можно использовать и отдельный сложный фильтр. Например, если сегодняшнее закрытие, максимум и минимум соответственно выше вчерашних, то сигналы на покупку следует принимать. Можно использовать как систему простых фильтров, так и систему сложных фильтров. Основная цель входного фильтра — повысить общую точность входов торговой системы. Это сокращает риск на сделку, а также частоту торговли. Злоупотребление фильтрами может устранить весь риск, запретив все сделки.

Ограничений на тип, сложность или разнообразие входных Фильтров нет. Для иллюстрации ниже перечислены несколько примеров. Принимайте сигнал к покупке (фильтры на сигнал к продаже противоположны), если справедливо любое из следующих условий:



1. Индекс относительной силы ниже 30.
2. Индекс относительной силы уже был ниже 30, и сейчас снова ниже 30.
3. Сегодняшний максимум выше вчерашнего.
4. Последний сигнал на покупку был прибыльным.
5. Сегодняшняя цена закрытия выше чем цена закрытия 20 дней назад на 10.00 пунктов.
6. Сегодняшнее закрытие находится в верхней трети дневного диапазона.

Более того, можно использовать любую комбинацию этих фильтров. Несмотря на то что увеличение числа фильтров часто бывает плодотворным, при этом катастрофически возрастает сложность тестирования подобных систем. Кроме того, по мере увеличения числа фильтров повышается вероятность подстройки. Абсурдной крайностью была бы, например, «очень» настроенная модель, у которой на каждый день был бы свой фильтр. Такая подстроенная модель может показывать фантастическую прибыль при тестировании и случайные, непредсказуемые результаты в реальной торговле.

### **Правила управления деньгами**

До настоящего момента мы допускали, что одновременно торгуем только одной единицей чего-либо. Другими словами, единица торговли была постоянной, независимо от величины счета или продолжительности выигрышных или проигрышных серий.

**Определение: Торговая единица** — это число контрактов или акций, участвующих в каждой сделке, то есть, размер торговой сделки.

В этой книге торговая единица будет состоять из одного контракта. Когда вы торгуете на одном рынке, размер торговой единицы не влияет ни на что, кроме величины чистой прибыли и требуемого торгового капитала. Важно то, что он не меняется. Размер торговой единицы становится важен, когда вы торгуете портфелем.

**Определение: Правило управления деньгами** определяет число торговых единиц в каждой сделке.

Управление деньгами представляет идею, согласно которой число торговых единиц можно менять, в соответствии с правилом, встроенным в торговую модель. Существует широкое множество различных правил управления деньгами, определяющих число торговых единиц в сделке. Фактически, разнообразные правила управления деньгами становятся элементом торговой системы, который может быть исследован эмпирически. Число торговых единиц также может становиться оптимизируемой переменной торговой системы.

Пример хорошо известного правила управления деньгами — стратегия Мартингал, популярная в системах азартных игр.

**Определение: Правило Мартингал** удваивает число торговых единиц после каждого проигрыша и начинает торговлю с одной единицы после каждого выигрыша.

Существует несколько вариаций на эту тему. Одна из них — стратегия Анти-Мартингал.

**Определение: Правило Анти-Мартингал** удваивает число торговых единиц после каждого выигрыша и начинает торговлю с одной единицы после каждого проигрыша.

Другой тип правила управления деньгами — размер сделки — основан на размере счета и размере риска, допускаемого на один контракт.

**Определение: Размер сделки** равен фиксированному проценту от размера счета, деленному на величину риска на контракт.

Например, предположим, что (1) размер риска равен 5%, (2) риск на контракт составляет \$1,000, и (3) размер счета — \$100,000. Торговая единица будет равна пяти контрактам  $(\$100,000 \times 0.05) / \$1,000 = 5$ .

Существует много правил управления деньгами. Оптимальная f, недавно представленная Ральфом Винсом, — другой способ определения размера торговой единицы на основе процента выигрышей. Для всех этих правил характерен способ установления числа контрактов или акций в одной торговой единице на основе некоторого измерения эффективности торговой системы или ценового паттерна.

### **Передовые стратегии**

Стратегии, включающие описанные выше методы управления Риском или использующие их в качестве основных, считаются Улучшенными стратегиями. Одна из таких стратегий — скей-линг(пересчет) с увеличением и уменьшением позиции.

**Определение: Скейлинг с увеличением позиции** — это дискретное увеличение открытой позиции.

**Определение: Скейлинг с уменьшением позиции** — это дискретное уменьшение открытой позиции.

Примером скейлинга с увеличением размера открытой позиции является добавление к позиции одной торговой единицы каждый раз, когда текущая прибыль по открытой позиции возрастает на \$1,000. Пример скейлинга с уменьшением размера открытой позиции — сокращение позиции на одну торговую единицу каждый раз, когда текущая прибыль возрастает на \$1,000. Пример скейлинга с увеличением и с сокращением

позиции — добавление к позиции одной торговой единицы каждый раз, когда текущая прибыль возрастает на \$1,000, до тех пор, пока максимальная прибыль по открытым контрактам не составит \$5,000, после чего происходит сокращение позиции на одну торговую единицу каждый раз, когда прибыль по открытым контрактам возрастает на каждые следующие \$1,000.

## Резюме

Эта глава отмечает, что основные преимущества торговой системы — возможность ее количественной оценки, ее проверяемость, объективность и согласованность. Торговые системы могут варьироваться от крайне простых до крайне сложных. Нельзя сказать, что какой-либо из этих крайностей свойственно преимущество в эффективности. Тестирование и проверка простой торговой системы во много раз легче и занимает не так много времени, как подобные процедуры для очень сложной системы. Торговая система состоит из семи категорий или правил:

1. Входы и выходы.
2. Развороты.
3. Управление риском.
4. Установление целей по прибыли.
5. Управление прибылью.
6. Управление деньгами.
7. Управление позицией.

Минимальное требование к торговой системе заключается в том, что она должна иметь правила входа и выхода. В своем наиболее сложном виде она может включать правила из всех семи категорий.

# Глава 4

## Правила моделирования

### Важность точности

Тестирование торговой системы с помощью компьютера есть моделирование, имитация торговли. Как и любая имитация, она может быть точной или неточной. Точная имитация воспроизводит торговый процесс на исторических данных таким же образом, как и в режиме реального времени. Чем точнее имитация, тем, как правило, лучше бывает эффективность торговли в режиме реального времени. Неточная имитация будет приводить к ложным выводам об эффективности торговой системы. А эти ложные выводы вероятнее всего будут приводить к убыткам при реальном трейдинге. В этой главе предусмотрено все необходимое для возможности наиболее полного моделирования, позволяющего точно тестировать торговую систему.

### Практические аспекты

Для обеспечения точности необходимо уделить внимание нескольким практическим аспектам. Они, как правило, легко реализуемы с помощью компьютера; однако если они упущены, это может привести к различным искажениям результатов тестирования. Следовательно, важно отнестись к ним с надлежащим вниманием.

### Транзакционные издержки

Каждая сделка имеет постоянные и переменные транзакционные затраты, состоящие из комиссионных и проскальзывания. Если обсуждение комиссионных является нормой, то этого нельзя сказать про стоимость проскальзывания.

**Определение:** *Комиссия* это транзакционная плата, взимаемая брокерской фирмой за исполнение сделки.

**Определение:** *Проскальзывание* это транзакционные расходы, связанные с особенностями торговли на биржевом полу. Определяется как разница между ценой, которую вы хотели и ценой, которую вы получили.

Для трейдинга проскальзывание представляет существенную статью расходов. Степень проскальзывания зависит от типа размещенного приказа, размера приказа и ликвидности рынка.

**Определение:** *Стоп-ордер на продажу* размещается по цене ниже текущей рыночной цены и становится рыночным приказом на продажу, когда рынок торгуется по цене этого приказа или ниже нее.

**Определение:** *Стоп-ордер на покупку* размещается по цене выше текущей рыночной цены и становится рыночным приказом на покупку, когда рынок торгуется по цене этого приказа или выше нее.

**Определение:** *Рыночный ордер (market order)* — это приказ купить или продать по текущей рыночной цене («по рынку»).

Стоп-ордера на покупку размещаются на растущем рынке, а стопы на продажу — на падающем рынке. Часто стоп-ордера исполняются по цене хуже указанной, потому что при достижении указанной цены стоп-ордер становится рыночным приказом без ограничения цены. На быстром рынке проскальзывание стоп-ордера может быть очень большим. Ордера, исполняемые по открытию, будут выполнены по худшей стороне диапазона открытия. Именно таким образом брокеры на биржевом полу исполняют ордера без лимита. Чтобы обеспечить точную имитацию, важно убедиться в том, что любой ордер, исполняемый по максимальной или минимальной цене, включает расходы на проскальзывание.

**Определение:** Лимитный ордер на продажу размещается по цене выше текущей рыночной цены и должен быть исполнен по указанной цене или выше нее.

**Определение:** Лимитный ордер на покупку размещается по цене ниже текущей рыночной цены и должен быть исполнен по указанной цене или ниже нее.

Лимитные ордера на покупку размещаются на падающем рынке, а лимитные ордера на продажу — на растущем рынке. Действие лимитных ордеров противоположно действию стоп-ордеров. В отличие от последних, лимитный ордер должен быть исполнен по цене своего лимита или лучше нее. Любая другая цена неприемлема. Трейдеру следует помнить об этих реалиях и во всех подходящих случаях использовать

лимитные ордера. Недостаток лимитного ордера в том, что он может быть не исполнен, если рынок быстрый или торгуется по данной (лимитной) цене лишь короткое время.

**Определение: МИТ-ордер на продажу** («Market — If — Touched» — по касанию рынка) размещается по цене выше текущего рынка и становится рыночным ордером на продажу, когда рынок торгуется по указанной цене.

**Определение: МИТ-ордер на покупку** размещается по цене ниже текущего рынка и становится рыночным ордером на покупку, когда рынок торгуется по указанной цене.

МИТ-ордера на покупку размещаются на падающем рынке, а МИТ-ордера на продажу — на растущем рынке. МИТ-ордера действуют аналогично лимитным ордерам и устраняют недостаток лимитного ордера, который при определенных условиях может оказаться не исполненным. Поскольку МИТ-ордер становится рыночным ордером, он имеет недостаток крупного проскальзывания, свойственного ордерам без ограничения цены.

Значение транзакционных затрат в долгосрочной торговой системе, нацеленной на более крупную прибыль на сделку, не столь велика. Рассмотрим систему, торгующую на протяжении четырех лет, выполнившую 10 сделок и принесшую прибыль \$20,000. Вычтите из этой прибыли транзакционные издержки \$90 на сделку (\$40 на комиссионные и \$50 на проскальзывание). Остается прибыль \$19,100 ( $\$20,000 - (\$90 \times 10) = \$19,100$ ). Важность этого небольшого изменения (4.5%) невелика.

Однако для очень активной краткосрочной торговой системы важность транзакционных издержек гораздо более очевидна. Транзакционные издержки могут оказывать сильнейшее воздействие на эффективность такой системы. Например, предположим, что система торгует в течение одного года, совершает 200 сделок и приносит чистую прибыль \$10,000. На первый взгляд система кажется хорошей. Но при более глубокой проверке обнаруживается ее недостаток. Из прибыли \$10,000 не были вычтены транзакционные издержки в размере \$90 на сделку. Эти расходы «превращают» прибыль \$10,000 в убыток \$8,000 ( $\$10,000 - (\$90 \times 200) = -\$8,000$ ). Ситуация изменилась на 180%.

### Пределы ценовых движений

У многих фьючерсных контрактов есть заведомо оговоренные, допустимые границы дневного диапазона торговли (пределы). Как известно большинству трейдеров, купить на рынке, достигшем верхнего предела (limit-up market) или продать на рынке, достигшем нижнего предела (limit-down market), почти невозможно. В целях безопасности не следует включать в торговую имитацию входы или выходы в дни, когда достигаются пределы ценовых движений. День с предельной ценой — это день, когда открытие, максимум, минимум и закрытие одинаковы, а объем практически нулевой. Такой день не дает возможности торговать. Компьютерная имитация должна считать торговлю в такой день невозможной.

Могут также быть дни, когда перед выходом рынка на предельный уровень цены объем торговли был небольшим. Такие дни тоже неторгуемы и их следует идентифицировать с особым вниманием. День выхода цены на верхний предел (на максимум цены), определяется по равным максимуму и закрытию, а также по максимуму, равному закрытию прошлого дня плюс дневной лимит. День выхода цены на нижний предел (на минимум цены) устанавливается по равным минимуму и закрытию, а также по минимуму, равному закрытию предыдущего дня минус дневной лимит движения цены.

### Ценовые разрывы при открытии рынка (Opening Gaps)

Для большинства рынков при открытии характерны ценовые разрывы разной величины. Разрыв при открытии должен быть одним из факторов, учитываемых в имитации. Каждый ордер сначала необходимо протестировать относительно цены открытия. Например, если логика системы использует для входа в рынок стоп-ордер на покупку, а цена открытия выше стоп-цены, то приказ будет исполнен по цене открытия, возможно, по верхней границе диапазона открытия, независимо от того, на каком уровне был размещен стоп. Предположим, что цена стоп-ордера на покупку составляет 345.00 и диапазон открытия — 349.75 на 350.25. Тогда следует предположить, что исполнение произойдет по 350.25.

Разрывы открытия будут всегда работать против стоп-ордеров. И наоборот, разрывы цены открытия работают в пользу ОВ-ордеров (приказов «или лучше»). Однако для обеспечения консервативной имитации и в этом случае цену исполнения следует брать с худшей стороны диапазона открытия.

### Проверки ордеров (Order checks)

Важно тщательно проверять все ордера на соответствие биржевым правилам. Стоп-ордера становятся рыночными ордерами при касании рынком заданной цены. Следовательно, при проверке во время имитации нам необходимо лишь равенство максимума и стоп-ордера на покупку, а также минимума и стоп-ордера на продажу. Исполнение лимитных ордеров гарантировано в том и только том случае, если торги проходят через заданный уровень цены. На быстром рынке это не гарантировано. Следовательно, при проверке ордеров во время имитации необходимо, чтобы максимум был выше цены ордера «продать по... или лучше»



(sell or better order), а минимум был ниже цены ордера «купить по... или лучше» (buy or better order). Исполнение не гарантировано даже в этом случае, но если данная цена будет пересечена, вероятность неисполнения приказа намного меньше.

Число контрактов в ордере также становится фактором торговой системы. Чем больше размер стоп-ордера, тем сильнее проскальзывание. Стоп-ордер на покупку 5 фьючерсов на S&P500 исполняется легко, и стандартное значение фактора проскальзывания будет обеспечивать точную имитацию. Стоп-ордер на покупку 500 фьючерсов на S&P 500 — совсем другое дело. Для такого приказа необходимо предусматривать большее проскальзывание.

Аналогично, лимитный ордер на продажу 5 фьючерсов на S&P представляет гораздо меньшую проблему, чем лимитный ордер на продажу 500 данных контрактов. Вероятность полного исполнения более крупного приказа намного меньше, чем менее крупного, и для достижения точной имитации это необходимо учитывать.

### **Порядок исполнения ордеров (Order of Execution)**

Порядок исполнения серии последовательных ордеров может кардинально влиять на эффективность торговли. Это не представляет проблемы, если торговая система вводит всего один ордер в день. Проблема возникает в ситуации, когда система вводит в день более одного ордера, а используемые для анализа ценовые данные ограничены открытием, максимумом, минимумом и закрытием дня.

Допустим, торговая система вводит один приказ в день перед открытием данного дня. Независимо от типа ордера, компьютер должен протестировать лишь то, будет ли цена приказа достигнута при открытии, и если нет — то окажется ли она в пределах дневного диапазона. Если хотя бы одно из этих условий выполнено, данный ордер обязательно будет исполнен. Если оба условия не выполнены, то ордер не будет исполнен.

Однако, если торговая система генерирует приказ на вход и соответствующий стоп-лосс, результат может быть неоднозначным. Имитация проверяет приказ на вход относительно открытия. Если приказ исполнен, она проверяет стоп-лосс относительно дневного диапазона. Здесь все понятно, за исключением того, когда в течение дня был исполнен этот ордер на вход. Почему? Потому что исполнение или неисполнение стоп-лосса зависит от того, что в течение дня было первым — максимум или минимум.

Например, если это был приказ на вход в покупку по стоп-цене 352, ему соответствовал стоп-лосс по цене исполнения минус 2.00 пункта, максимум дня был 354, минимум — 350, а закрытие — 353, то входной стоп по 352 был исполнен. Это вполне понятно. Если первым появляется максимум, то стоп-лосс по 350 тоже будет наверняка исполнен, и данная сделка завершается. Однако если первым появляется минимум, то торговая имитация будет предполагать, что входной приказ был исполнен на повышении к закрытию от минимума, достигнутого ранее в течение дня, и стоп-лосс не сработал. Важность этого повышается еще больше, когда система отправляет более двух приказов. Следовательно, чтобы устранить из имитации «избыточный оптимизм», необходимо исходить из худшего случая — то есть, что если стоп находится в пределах дневного диапазона, то он исполнен.

Единственный способ протестировать такие сложные последовательности приказов с полной точностью — использовать тиковые данные, 5-минутные бары или другие краткосрочные данные. К сожалению, часто это не делается из-за отсутствия доступа к таким данным, необходимости дополнительных затрат и низкой скорости такой имитации. Однако любая торговая система, зависящая от сложной последовательности приказов, либо от приказов, очень близких друг к другу по ценам, требует тестирования на данных, четко определяющих движение цены.

### **Значимые даты**

Даты опубликования основных экономических отчетов и даты истечения срока контрактов могут вызывать на рынках взрывные движения. Из-за этого многие трейдеры практикуют выход из позиций накануне таких дней. Некоторые системы будут выигрывать в эффективности благодаря способности избегать риска торговли во время таких событий.

Подобным образом, многие трейдеры стараются не торговать на рынках после катастрофических событий, когда развязывание войны или какой-то другой ценовой шок вызывает на рынке гиперактивность. Некоторые трейдеры опасались торговать нефтью в день после первых американских авиаударов по Ираку в январе 1991 года. Ценовую реакцию рынков, очень чувствительных к новостям, предвидеть невозможно. Один лишь этот риск, возникающий в результате исключительной волатильности, часто является хорошим поводом отойти в сторону. Эта особенность также может быть встроена в имитационную программу в качестве опции.

Полезно устранять из имитации эффекты очень крупных необычных рыночных событий. Например, любая торговая система, поймавшая Крах октября 1987 года, принесла бы необычную, неожиданную прибыль. Такие события редки и, как правило, непредсказуемы, и их не следует рассматривать, как свидетельство искусности торговой стратегии. Следовательно, важно оценивать эффективность торговой

системы до и после такого события, исключая влияние такой крупной, редкой рыночной возможности. Также весьма ценна способность имитационной программы «брать в скобки» подобные даты.

### **Ценовые данные**

Очень важен тип ценовых данных, отбираемых для использования в имитации торговли. Фьючерсы и опционы, срок жизни которых ограничен в связи с их истечением, тестировать труднее, чем инструменты с непрерывным ценовым потоком, такие как акции или рынки наличных финансовых инструментов.

### **Цены акций**

Поскольку акция представляет инструмент, торгуемый постоянно (то есть, не имеющий истечения), ее ценовые данные можно использовать без дополнительной обработки. Данные по акциям, торгуемым на NYSE и на AMEX, всегда можно получить в готовом для использования виде у любого поставщика данных.

Есть маленькая проблема: многие поставщики данных по акциям не предоставляют информацию по ценам открытия. Делают это лишь немногие из них. Что еще более усложняет данную ситуацию, большинство поставщиков данных в качестве цены открытия рынка дают цену закрытия предыдущего дня; следовательно, ни одна торговая система, использующая цену открытия, не может быть точно протестирована на таких данных.

### **Наличные рынки**

Исторические ценовые данные по многим наличным рынкам тоже можно получить у многочисленных поставщиков данных. У всех фьючерсных рынков есть базовые наличные инструменты, а для всех основных валют есть наличные рынки. Наличные рынки торгуются непрерывно, не имеют истечения и могут использоваться для имитации. Однако ввиду того, что наличные рынки обычно ведут себя не так, как рынки их производных, в качестве заменителя цен фьючерсов использовать их не следует. Если вы намерены торговать на наличном рынке, используйте данные по наличному рынку, а если собираетесь торговать на фьючерсном или форвардном рынке, используйте фьючерсные данные.

### **Фьючерсные рынки**

Фьючерсные рынки состоят из серий контрактов с различными сроками поставок. Все фьючерсные контракты имеют ограниченный срок жизни. По всем фьючерсным контрактам в последний торговый день происходит поставка базового актива или проведение взаиморасчетов, после чего торговля прекращается. Фьючерсные рынки становятся наличными рынками. Например, Июньский 1991 года фьючерс на немецкую марку истек 21 июня 1991 года.

Из-за этой экспирации способ торговли любым фьючерсным контрактом находится в непрерывном процессе изменений, происходящих по мере развития «жизненного цикла» данного контракта. Ведущий контракт (the lead contract), также называемый спотовой пеней или ценой наличного товара, будет наиболее активно торгуемым из всех контрактов. Рассмотрим пример. В январе 1991 года Декабрьский 1991 года контракт на поставку живого КРС (крупного рогатого скота) будет шестым по сроку поставки и торгуемым очень неактивно. Интерес к более дальним контрактам меньше, поскольку определить их правильную цену трудно. Оценить то как сегодняшние события повлияют на будущие цены всегда труднее.

В связи с этим «пониженным интересом», в феврале 1991 года для Декабрьского 1991 года контракта будут характерны меньшие объемы торговли, более узкие дневные ценовые диапазоны и значительно более крупные ценовые разрывы, чем для Апрельского контракта. На Рисунке 4-1 представлено наложение графиков Февральского и Декабрьского 1991 года фьючерсных контрактов на живой скот с 03.12.1990 по 31.01.1991. Различие достаточно очевидно. Первое, что следует отметить — дальний контракт имеет ценовые характеристики, значительно отличающиеся от характеристик ближнего контракта.

Есть еще один более сложный момент. Когда Февральский контракт истекает, по сроку поставки декабрьский контракт передвигается с шестой позиции на пятую, и привлекает немного больший объем торговли. Как следствие, его ценовые характеристики приобретают несколько иной вид. Следующее повышение объема торговли происходит после истечения Апрельского контракта, когда Декабрьский контракт становится четвертым по сроку поставки. Фактически имеет место постоянное изменение цен фьючерсного контракта от начала его торговли до его истечения. Для фьючерсного рынка такое изменение естественно. Именно ограниченный срок жизни и меняющийся характер торговли затрудняют использование реальных фьючерсных контрактов в имитационном моделировании торговых систем. Ценовые разрывы, возникающие при «роллвере» (то есть, перехода с истекшего контракта на текущий активный контракт), необходимо учитывать таким же образом, как если бы они происходили в реальной торговле. Ролlover должен быть включен в имитацию. Любая открытая позиция по истекающему контракту должна быть ликвидирована (закрыта), и может быть восстановлена по текущему контракту. Это повлечет уплату одной комиссии, проскальзывание и прибыль или убыток по закрываемой сделке.

Предлагалось много решений, касающихся преобразования данных тем или иным способом, но большая их часть создает дополнительные проблемы, как вы увидите в следующих разделах.

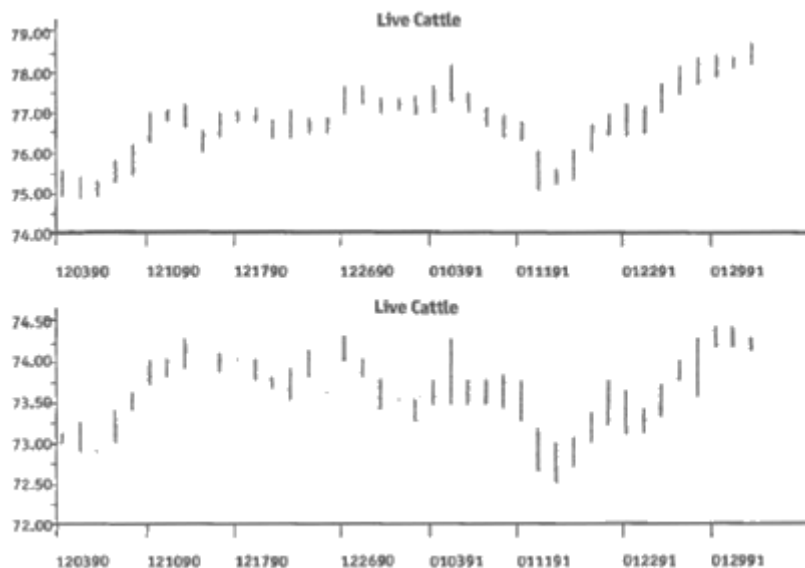


Рис. 4-1. Верхний экран: живой скот, февраль 1991 г.  
Нижний экран: живой скот, декабрь 1991 г.

### Отдельные контракты

Использование отдельного контракта (например, Декабрьского 1991 года фьючерса на живой скот) сопряжено с двумя основными проблемами: он конечен и неточно отражает типичные для большинства трейдеров торговые предпочтения. Поскольку большинство трейдеров используют только наиболее активные контракты, имитация торговли, использующая данные за январь 1991 года для Декабрьского 1991 года фьючерсного контракта, будет неточной. На Рисунке 4-2 показан Декабрьский 1991 года фьючерс с 02.01.1991 по 19.12.1991.

Протяженность имитации торговли должна составлять как минимум пять лет. А поскольку Декабрьский фьючерс на живой скот торгуется всего примерно 18 месяцев, он не может быть использован для полноценного тестирования. По этим двум причинам использование отдельных ценовых контрактов проблематично.

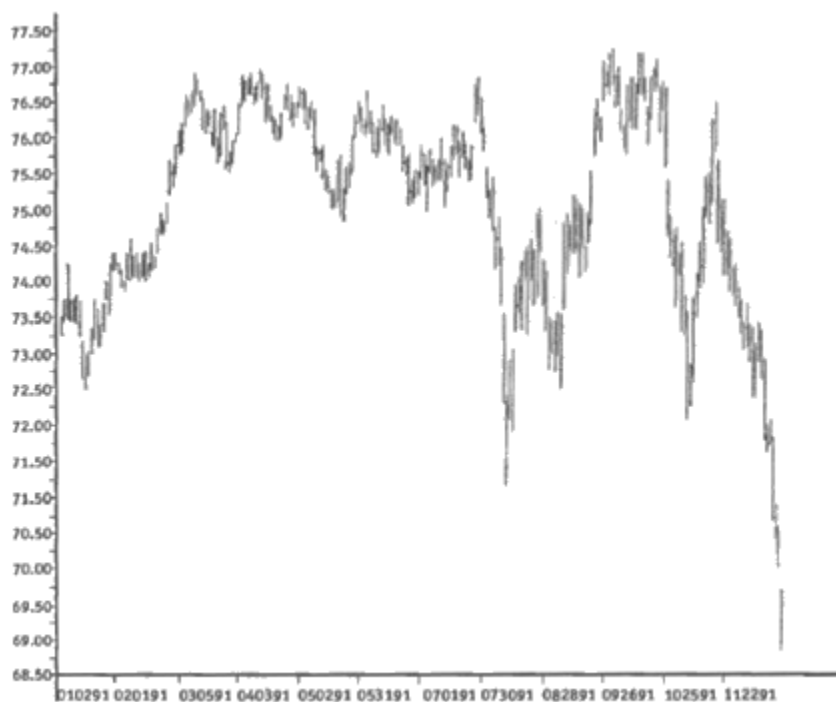


Рис. 4-2. Живой скот, декабрь 1991 г.

### Непрерывный контракт

Одно хорошее решение обеих указанных проблем — использование непрерывного контракта — «сшитой» последовательности отдельных фьючерсных контрактов. В январе 1991 непрерывный контракт будет представлен ценовыми данными Февральского 1991 года контракта. В апреле он будет представлен ценовыми данными Июньского контракта. Другими словами, он следует за контрактом с ближайшим сроком поставки.

Непрерывный контракт решает две из трех главных проблем. Данные по нему могут иметь сколь угодно большую продолжительность. Он представлен ценовыми данными ближайшего контракта, а поэтому отражает естественный торговый инструмент большинства трейдеров. У него одна проблема: ценовой разрыв ролловера выглядит как разрыв открытия, что при имитации может приводить к непредвиденным прибылям или убыткам, хотя в реальности этого не было. Имитация торговли должна это учитывать.

### Бессрочный контракт

Популярным решением является так называемый бессрочный контракт. Он значительно отличается от непрерывного контракта. Бессрочный контракт состоит из математически преобразованных неновых данных, не являющихся, следовательно, реальными ценовыми данными. Цены в бессрочном контракте фактически преобразуются по формуле интерполяции, которая стремится создать трехмесячный товарный форвард, сходный с форвардом Лондонской биржи металлов. Трансформированная стоимость отличается от цены контракта в каждый выбранный день. Формула составлена таким образом, чтобы получаемая ценовая история была максимально схожа с трехмесячным контрактом.

Бессрочный контракт также решает две из трех основных проблем: данные по нему могут иметь требуемую продолжительность, они более похожи на ценовые данные ближайшего контракта и исключают ценовые разрывы ролловера. Но в бессрочном контракте не представлены ближайшие цены.

Бессрочный контракт влечет три новые проблемы. Первое, он не содержит реальной ценовой истории. Каждая его цена является преобразованной. Второе, он сам вносит новое искажение и имеет свойство занижать волатильность. Его поведение отличается от реальных ценовых данных. Третье, получаемые на его основе входные ордера при реальной торговле требуют преобразования. Помимо искажения, это добавляет и работы. В связи с частным характером формулы преобразования нет способа, позволяющего сделать это точно. Далее, на очень медленной системе, торгующей на больших движениях рынка, это дополнительное искажение может почти не сказываться; однако оно может оказаться серьезной проблемой для очень активной торговой системы, нацеленной на небольшие движения.

### Объединенные контракты (Merged Contracts)

Объединенный контракт — лучшая из всех перечисленных альтернатив. На самом деле он представляет собой иной способ подготовки ценовых данных. Вместо использования данных по одной непрерывной ценовой истории, как это делают другие методы, объединенный контракт соединяет необходимые куски ценовых данных из серии отдельных ценовых историй.

Объединенный контракт может иметь две формы. Первая оставляет в ценах, загружаемых в память компьютера, ролловерные разрывы. Это нетрансформированный объединенный контракт. У него два недостатка. Имитация должна учитывать все сделки и вычисления, в которые попадает ролловерный разрыв. Если она этого не делает, эффективность системы будет демонстрировать непредсказуемые прибыли или убытки. Нетрансформированный объединенный контракт решает две из трех основных проблем: он может иметь требуемую продолжительность и точно отражает цены реальной торговли. На Рисунке 4-3 показан объединенный контракт фьючерса на живой скот с 02.01.1991 по 19.12.1991 с ролловерными разрывами.



Рис. 4-3. Объединенный контракт — с разрывами.

Второй тип объединенного контракта устраняет все разрывы с помощью промежуточной трансформации данных. Рассмотрим объединенный контракт Февральского 1991 года и Апрельского 1991 года фьючерсов на живой скот. Допустим, что днем ролловера является последний день месяца, предшествующего месяцу поставки. Будут загружены ценовые данные в объединенной форме, с 03.01.1991 по 31.05.1991. Сначала компьютер загрузит ценовые данные по Апрельскому 1991 года контракту, с по 31.03.1991. Затем произойдет загрузка ценовых данных по Февральскому контракту, с 03.01.1991 по 31.01.1991. Компьютер вычислит разрыв между данными Февральского и Апрельского контрактов 31.01.1991. Эта разница цен является корректирующим фактором. Далее это значение будет либо прибавляться (если Апрельский 1991 фьючерс выше Февральского), либо вычитаться (если Апрельский фьючерс ниже Февральского) из каждой цены Февральского контракта, с 03.01.1991 по 31.01.1991. Тем самым устраняется разрыв ролловера. На Рисунке 4-4 показан объединенный контракт на живой КРС с по 19.12.1991 без разрывов.

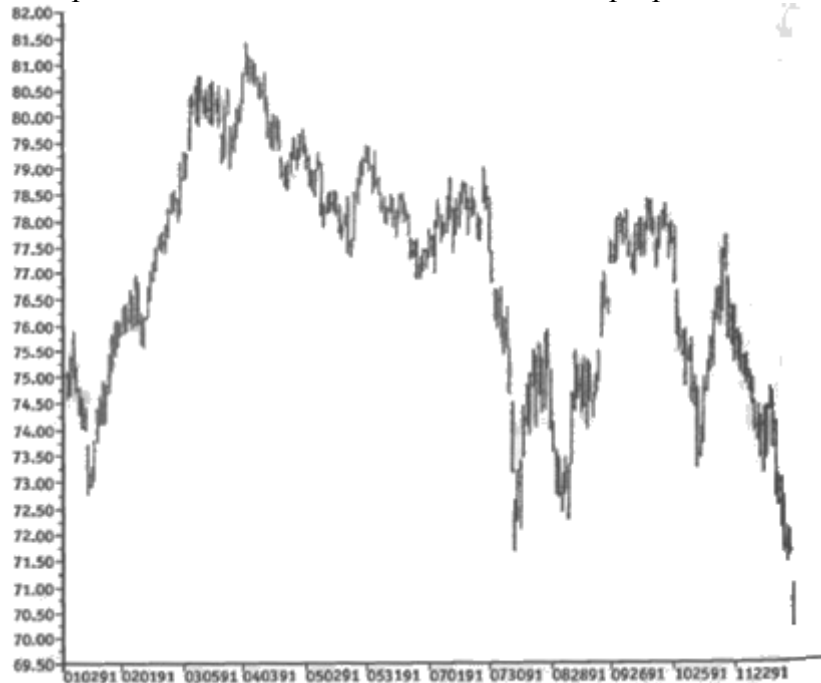


Рис. 4-4. Объединенный контракт — без разрывов (разрывы устранены)

Такая промежуточная трансформация реальных данных сохраняет относительные различия между ценами. Но при любых вычислениях, использующих проценты от цен, например, при индексировании, данная трансформация вносит искажение. Ее нельзя применять в графических приложениях, использующих для определения уровней поддержки и сопротивления абсолютные цены. При выборе типа используемых данных необходимо принимать во внимание тип системы, подлежащей тестированию.

Трансформированный объединенный контракт решает все три основные проблемы большинства систем: он может иметь необходимую продолжительность, достоверно отражает данные, необходимые для имитации торговли, и устраняет ролловерные разрывы. Для сделок, включающих ролловерный разрыв, погрешности будут незначительны. Если взяты ценовые данные, достаточно далеко удаленные в прошлое, возможно чрезмерное завышение цен либо они могут даже стать отрицательными, что будет вносить искажение в вычисления, использующие проценты от цен. Следовательно, объединенные контракты не подходят для тестирования всех торговых теорий.

## Резюме

Цены акций и наличных рынков можно использовать в имитационном тестировании без изменения. Единственное условие — следить за тем, чтобы ряды данных по акциям включали цену открытия. Цены некоторых наличных рынков доступны в форме, включающей лишь цену закрытия. В этом случае невозможно выполнить имитацию, требующую больше данных.

Цены фьючерсов сопряжены с определенными трудностями: истечение ограничивает их продолжительность; синтетические ряды, включающие ролловер, будут содержать ценовой разрыв; и естественный жизненный цикл фьючерсного контракта делает его непригодным для имитационного моделирования. Все четыре описанных решения требуют обработки и подготовки данных. Два из них не вносят никаких искажений, но требуют большей работы за компьютером, — это непрерывный контракт и нетрансформированный объединенный контракт. Два других решения — бессрочный контракт и трансформированный объединенный контракт — вносят какое-то искажение, но в вычислительном плане намного проще. Трансформированный объединенный контракт вносит наименьшее искажение, и поэтому является предпочтительным методом.



## Размер тестового окна

Все торговые системы тестируются как минимум на одном сегменте исторических данных. Например, эффективность системы скользящих средних можно протестировать на ценовых данных по фьючерсу на S&P с 01.01.85 по 31.12.90.

**Определение:** *Тестовое окно* — это размер той части исторических ценовых данных, на которых тестируется торговая система.

При определении размера тестового окна должны выполняться два основных условия. Первое — это статистическая представительность; второе — релевантность данной торговой системе и данному рынку. Эти два условия не дают однозначного ответа на вопрос о размере конкретного тестового окна в днях, неделях или месяцах. Но они устанавливают набор правил, которыми следует руководствоваться при определении правильного размера окна для конкретной торговой системы и конкретного рынка. Нет размера тестового окна, который был бы подходящим для всех случаев.

## Статистические требования

Тестовое окно должно быть достаточно большим, чтобы генерировать статистически достоверные результаты и включать достаточное количество данных, отражающих разные состояния рынка. Что значит статистически достоверные результаты? По существу, это означает выполнение двух условий. Должно быть достаточное количество сделок, чтобы результаты можно было считать статистически адекватными. Тестовое окно также должно быть достаточно большим относительно числа и временной продолжительности (length) переменных торговой системы. Если это не так, то тестовые результаты будут статистически сомнительными.

## Размер выборки и ошибка

Есть формула для вычисления статистической ошибки. Этот статистический показатель несет полезную информацию относительно адекватности размера торговой выборки. Чем больше торговая выборка, тем меньше стандартная ошибка. Стандартная ошибка вычисляется по следующей формуле:

$$\text{Стандартная ошибка} = 1/\sqrt{N + 1}$$

где N — размер выборки. Стандартная ошибка говорит нам о степени точности наших результатов. Например, если средний выигрыш составляет \$200 при стандартной ошибке 25%, то на самом деле средний выигрыш равен \$200+/-25%. Другими словами, наш средний выигрыш скорее всего окажется в интервале \$150-\$250. Во имя консерватизма допускаем, что средний выигрыш окажется равным \$150.

Рассмотрим три примера вычисления стандартной ошибки при разных размерах торговой выборки (10, 30 и 100 сделок):

$$\text{Станд. ошибка} = 1/\sqrt{10 + 1} = 1/3.317 = 30.14\%.$$

В случае выборки из 10 сделок стандартная ошибка равна примерно 30%. Подставляя это значение в предыдущую формулу, диапазон точности среднего выигрыша составит \$200+/-30%, или от \$140 до \$260. Выборка из 30 сделок имеет стандартную ошибку 18%. Интервал точности среднего выигрыша при этом составит \$200+/-18%, или от \$164 до \$236. Выборка из 100 сделок имеет стандартную ошибку 10%. Интервал точности в этом случае равен \$200+/-10%, или от \$180 до \$220. На этих примерах видно, что чем больше размер торговой выборки, тем меньше стандартная ошибка, а значит — тем более надежны результаты тестирования.

## Сколько нужно сделок?

Какое число сделок будет достаточным? Для тестирования торговой системы, в свете информации, представленной в предыдущем разделе, чем больше, тем всегда лучше. Вы не можете добиться статистической значимости без достаточного числа сделок.

Это требование может привести к проблеме при тестировании долгосрочных торговых систем, генерирующих редкие сделки. Иногда для многих типов торговых систем бывает трудно создать выборку достаточно большого размера. Единственный способ обеспечить получение достаточного числа сделок для тестирования медленной торговой системы — сделать торговое окно очень большим.

Могут быть полезны и другие указания. Когда тестовое окно содержит меньше 10 сделок, при ее оценке необходима крайняя осторожность. Тест должен быть фундаментально обоснованным, то есть, должен быть основан на логических принципах, которые впоследствии давали бы нам уверенность. Серьезное внимание должно быть уделено и всем остальным соображениям, повышающим статистическую валидность торговой системы.

## Стабильность

Стабильность торговой системы связана с устойчивой торговлей по этой системе. Чем более устойчива торговая система по каждому из ее показателей, тем она стабильнее. Как правило, чем выше стабильность

системы на статистически валидном тесте, тем выше ее надежность в процессе торговли. В Главе 8 подробно описывается, как оценивать эффективность торговой модели. Однако некоторые моменты будет полезно осветить и здесь.

Должно быть хорошее соотношение прибылей и убытков. Сделки должны быть равномерно распределены по всему тестовому окну. Чем меньше стандартное отклонение величины и продолжительности выигрышей и убытков, тем лучше. Эти показатели торговой устойчивости системы являются важными показателями ее стабильности. Лучший размер тестового окна — такой, который позволяет надежно получать такую информацию.

### Степени свободы

Статистики используют термин степени свободы (degrees of freedom, df) в качестве доверия результатам тестирования. То же самое понятие можно использовать при разработке теста, путем включения ряда правил, условий и получаемых на их основе сделок, по отношению к объему тестовых данных. Меньшее количество инструкций и большее количество данных обеспечивают большее доверие к системе.

Хотя на интуитивном уровне необходимость оценки степеней свободы очевидна, формулы, задающей это соотношение, нет. Понятие степеней свободы в области разработки тестов пока не применялось. Для того чтобы прийти к полезному правилу, рассмотрим крайний случай. Используя цены зерновых за К) лет (с 1980 по 1990), применим следующие правила:

Купить 5 мая 1980, продать 1 августа 1980;  
купить 20 июня 1981, продать 10 июля 1981; ...;  
купить 21 мая 1990, продать 30 июля 1990.

Дано 20 правил (10 покупок и 10 продаж) по которым совершается 10 сделок (20 сигналов). Для того, чтобы избежать подстройки на данные, следует применить следующее определение:

Степени свободы = Число сигналов - Число правил.

В описанном примере у нас нулевая степень свободы. Данный сезонный метод также не имеет никакой предсказательной способности; все в данном примере было сделано лишь с оглядкой на прошлое. Становится ясно, что система должна иметь намного больше сигналов на покупку и продажу, чем правил и условий. Ну а теперь давайте рассмотрим следующую надежную оценку:

Минимальное число степеней свободы =  $10 \times (\text{Число правил} + \text{Число условий})$ .

Также можно определить число степеней свободы в терминах числа точек данных, используемых для тестирования; однако этот показатель может оказаться искусственно завышен. Например, 30-дневную скользящую среднюю следует тестировать на данных как минимум за 300 дней (опять, фактор 10). Если эта система вычисляет тренд по ценам закрытия, то доступность цен открытия, минимума и максимума никак не меняют этот 300-дневный минимум.

Имейте в виду, что удовлетворение минимальных требований не так действенно, как применение меньшего числа правил и большего количества данных, что дает большую тестовую выборку, более точные результаты и более устойчивую систему.

### Частота торговли

В отношении имитации интересен тот факт, что размер тестового окна будет оказывать большое влияние на темп торговли и результаты тестирования. Меньшее тестовое окно может давать адекватный размер выборки для краткосрочной и более активной торговой системы. К тому же, большинство краткосрочных систем не будут эффективны на большом тестовом окне, поскольку рыночные паттерны меняются чаще, чем параметры этих систем. Например, оптимальные краткосрочные тренды могут менять направление в течение 3-6 дней. И наоборот, только более крупное тестовое окно может давать адекватный объем выборки для долгосрочной и менее активной торговой системы. Объем выборки, отвечающий статистическим требованиям тестирования, может быть удостоверен усредняющей совокупностью всех тестов.

### Срок годности модели

Размер тестового окна оказывает интересное воздействие на срок годности торговой системы. Торговые системы, применяющие оптимизацию, с некоторой периодичностью требуют реоптимизации, для наладки торговой модели на текущие рыночные условия. Уже было показано, что торговые модели, оптимизированные на более крупном тестовом окне, могут дольше использоваться между реоптимизациями, то есть, имеют более длинный срок годности. В отличие от этого, более короткие тестовые окна требуют более частой реоптимизации. Следовательно, о них говорят, как о имеющих более короткий срок годности.

Основные причины этого различия структурные. Временной период между реоптимизациями составляет, как правило, некоторую долю от первоначального тестового периода. На это особо указывает форвардный анализ, описываемый в Главе 7. Хорошее правило для определения размера торгового окна — от 1/8 до 1/4 тестового окна. Другими словами, если для оптимизации торговой системы используется 24-месячное окно,

то данной системой можно уверенно торговать в интервале от 3 ( $24/8=3$ ) до 6 ( $24/4=6$ ) месяцев. Влияние оказывают и другие факторы. Это схоже с концепцией, утверждающей, что достоверность статистических прогнозов уменьшается по мере удаления от точки начала прогнозирования.

Причина, по которой торговую систему необходимо реоптимизировать, в том, что рынки постоянно меняются. Следовательно, если рыночные условия остаются теми же самыми, торговая система не требует дополнительной реоптимизации. Если эти условия меняются, то реоптимизация необходима. Новые вводные данные требуют новых характеристик модели.

Короткое тестовое окно может «видеть» лишь один тип рынка, небольшой образец рыночных условий. При оптимизации такая модель адаптируется к данному типу рынка и набору условий. Когда рынок начинает меняться в нечто такое, в отношении чего у модели нет опыта, нет никакой уверенности в том, что модель будет продолжать показывать ту же эффективность, что и в процессе тестирования. Следовательно, она потребует реоптимизации для адаптации к новым формирующимся условиям. И лишь из-за этого ограниченного «видения» через меньшее окно необходима более частая реоптимизация.

В отличие от этого, более длительное тестовое окно чаще всего будет охватывать большее число типов рынка и больший набор рыночных условий. По определению, оно «знает по опыту» большую область рыночных данных и адаптирована к этой области. С большим базовым опытом, эта торговая система будет чаще правильно реагировать на новые типы рынков и рыночных условий по мере их появления.

Как правило, более короткое окно требует более частой реоптимизации, такая система чуть менее стабильна и более чутко реагирует на текущую ценовую активность.

Более длинное окно требует менее частой реоптимизации, система немного более стабильна и слабее реагирует на текущую рыночную активность.

## Типы рынков

Даже случайный наблюдатель за рынками знает о бычьем и медвежьем рынке. Бычий рынок идет вверх, а медвежий — вниз. Как и во всем остальном существуют разные степени бычьего и медвежьего рынков, а также их промежуточные состояния.

### Бычий рынок

Бычьи рынки — это растущие рынки. Цены на них идут вверх. Существуют «типичные» бычьи рынки. Если построить линию регрессии такого рынка, ее наклон составит от 25 до 50 градусов. Такой рынок будет расти достаточно равномерно, устойчиво, Рост может длиться месяцы и даже годы.

Существуют также и, так называемые, «ревущие» (roaring) бычьи рынки. Линия регрессии такого рынка может иметь наклон от 50 до 70 градусов. Этот рынок выглядит таким образом, словно он взрывается. Некоторые называют этот тип роста «экспоненциальным», но на самом деле имеется в виду лишь то, что по мере повышения цены скорость ее роста тоже увеличивается. Ревущие рынки встречаются реже, чем просто бычьи. Они также менее устойчивы, а потому относительно непродолжительны.

### Медвежий рынок

Медвежьи рынки — это понижающиеся рынки, то есть, рынки, цены на которых падают. Типичные медвежьи рынки тоже существуют. Линия регрессии такого рынка будет иметь отрицательный наклон от 25 до 50 градусов, с относительно равномерным снижением цены. Такой рынок может продолжаться месяцы и даже годы.

Бывают также панические медвежьи рынки. Линия регрессии такого рынка может иметь отрицательный наклон от 50 до 70 градусов, а в экстремальный случаях — еще круче. Такой рынок выглядит так, как будто он находится в свободном падении.

Часто такие рынки называются паниками, и обычно они возникают в результате массовой истерии на финансовых рынках. Часто истерические медвежьи рынки неистовы, но к счастью — они непродолжительны.

### Циклический рынок

К классическим бычьему и медвежьему рынкам необходимо добавить циклический рынок. Увидеть его тоже легко, хотя он и менее известен. Циклический рынок может существовать как вместе с основным более крупным трендом, так и без него. Как следует из названия, циклический рынок колеблется в пределах ценового диапазона. Рынок достигает циклического минимума и растет к вершине торгового диапазона. Далее он формирует максимум цикла, а затем падает к дну торгового диапазона. Его основной характеристикой при рассмотрении в рамках достаточного временного периода являются более или менее регулярные флуктуации между максимальным и минимальным уровнями ценового диапазона. Может иметь место мягкий бычий или медвежий «уклон» торгового диапазона, или он может быть нейтральным. Если торговый диапазон достаточно велик, такие рынки очень хорошо торгуемы.



## Застойный рынок

Застойный или консолидирующийся рынок — это еще один основной тип рынка, для которого одновременно характерны отсутствие тренда и волатильности, или медленное снижение волатильности. Застойный рынок состоит из слабых колебаний между вершиной и дном очень узкого торгового диапазона. Они обычно не дают возможности торговать по системам, использующим дневные данные. Они также оказывают на торговые системы очень негативное влияние. Чаще всего хорошая торговая система будет демонстрировать свои крупнейшие проигрышные серии на застойном рынке. Застойные рынки становятся для прибылей не фантастической, а вполне реальной «черной дырой».

## Эффективные рынки

Гипотеза эффективного рынка (ЕМН) нашла в академических кругах широкую поддержку. Эта теория утверждает, что рынок эффективен. Можно было бы спросить, эффективен в чем? Данная теория утверждает, что вся информация, оказывающая влияние на уровень рынка, одинаково доступна всем игрокам, и поэтому она очень быстро всеми усваивается.

Говорят, что текущая рыночная цена является «правильной ценой», основанной на всей доступной информации. Теория утверждает, что поскольку рынок эффективен, ни один трейдер не может получить какого-либо преимущества над другим. Все рыночные аномалии быстро обнаруживаются и так же быстро устраняются.

Это правда, что рынки, где происходит торговля с голоса, самые эффективные в мире. Информация о рынке быстро распространяется, воспринимается и более или менее точно отражается в ценах данного рынка. Цены устанавливаются с точностью, определяемой мнением трейдерского сообщества. Однако рынок очень велик и существует в рамках широкого многообразия временных горизонтов. Число участников рынка может быть от нескольких тысяч до нескольких миллионов.

Опыт показывает, что если существует более одного трейдера, то число мнений о рынке тоже больше одного. Все профессиональные трейдеры имеют доступ к более-менее одинаковой информации примерно в одно и то же время. Только скалпер на полу биржи хочет поймать за один раз всего несколько тиков. Дэй-трейдер на полу хочет ухватить середину движения на 5 или 10 контрактах. Хеджер хочет застраховаться от неблагоприятных ценовых движений до выполнения или принятия поставки некоторого продукта. Арбитражер хочет торговать небольшими отклонениями разницы цен между двумя коррелирующими инструментами. Спекулянт хочет просто делать деньги любым возможным способом. Он может торговать на минутном, дневном, недельном или месячном интервале.

Чем больше мы изучаем рыночную активность, тем больше понимаем, как мало о ней известно на самом деле. Структура ценовой активности понята плохо. На протяжении многих лет технические аналитики собирали базу правил о многих свойствах ценовой активности. Однако эти правила далеки от того, чтобы их можно было перекодировать в базу точных математических знаний. Рынки существуют, и они могут быть измерены. Точное измерение есть первый шаг на пути к предсказанию.

Все новые и новые рыночные возможности возникают, открываются, используются и прекращают свое существование, когда становятся известны широкой публике. Это особенно справедливо в отношении рынка акций, где один за другим открывались, становились популярными, а потом бесполезными многие индикаторы. С этой точки зрения рынок является эффективным. Однако рынок не всеведущ. И все участники также не знают о рынке всего. На самом деле, правда о рынке как раз противоположна. Следовательно, чем глубже трейдер анализирует рыночную активность, тем больше возможностей он откроет. Чем находчивее участники и чем больше исследовательской энергии они привнесут на рынок, тем более оригинальными будут их исследования.

## Использование релевантных<sup>1</sup> данных

Использование релевантных данных — это, по существу, балансирование между двумя противоположными требованиями к разработке торговой системы, максимальной эффективностью и статистической валидностью.

Убедительные аргументы подсказывают, что максимальная прибыль достигается моделью с параметрами, адаптированными к текущим условиям рынка. Например, давайте допустим, что текущее рыночное состояние представляет собой сильный бычий рынок, характеризуется хорошей волатильностью и обилием четко выделенных коррекций (свингов). Разве не логично предположить, что торговая модель будет показывать наибольшую прибыль и наименьший риск, если ее параметры будут адаптированы к этим условиям? Однако, хорошей была бы модель, параметры которой адаптированы к нетрендовому рынку с очень низкой волатильностью? Скорее всего данная модель была бы не очень хорошей.

<sup>1</sup> Релевантный — подходящий, пригодный. (Прим. ред.).

Это, конечно, не было бы проблемой, если бы время от времени рынки не меняли свои характеристики. Существует много идей относительно качества этих изменений. Некоторые трейдеры считают, что рынок бесконечно разнообразен и, следовательно, не меняет своей фундаментальной природы. Другие трейдеры придерживаются абсолютно противоположного мнения. Они полагают, что одного рынка не существует; что есть, скорее, «бесконечная последовательность вечно разных минирынков». Обе эти точки зрения крайние. И в каждой из них есть истина.

Некоторые свидетельства говорят в пользу того, что рынки сохраняют определенные структурные свойства в течение долгих периодов. Например, некоторые факты говорят о том, что на рынках зерновых существуют сильные сезонные тенденции. Можно с уверенностью сказать, что рынки зерновых сильно зависят от погодных условий в течение вегетационных периодов. Однако для соевых бобов характерны и сильные бычьи рынки, и крайне медвежьи. На этом рынке бывают периоды очень низкой волатильности и отсутствия тренда, а бывают и периоды высокой волатильности и сильных, классических бычьих трендов.

Аналогично, многие наблюдатели могут сказать, что валютные рынки входят в число рынков с сильными трендами. Как следствие, они гораздо меньше подвержены сильным ценовым колебаниям в рамках колебаний более крупного тренда. Однако, для них тоже характерны бычьи и медвежьи тренды. Они так же флуктуируют между периодами низкой волатильности и консолидации и периодами высокой волатильности и более сильных трендов.

И все же есть весомые аргументы в пользу утверждения, что рынок является последовательностью небольших минирынков. Самый наглядный из этих аргументов — никогда не прекращающаяся схватка между быками и медведями. Все рынки имеют и бычьи, и медвежьи тренды. Менее заметны нетрендовые периоды консолидации или безразличия.

Сложные рыночные паттерны формируются под влиянием изменений волатильности. По мере достижения рынками более высоких ценовых уровней волатильность повышается. Когда бычьи или медвежьи тренды прекращаются, их окончания часто отмечены высоковолатильными моментами.

Бычьи или медвежьи тренды не всегда заканчиваются одинаково. Иногда бычий тренд может быстро и решительно завершиться однодневным ключевым разворотом и стать «ныряющим» (plunging) медвежьим трендом. Конечно, для медвежьих рынков иногда справедливо обратное. В других случаях бычий или медвежий тренд, особенно если он растянутый, может завершиться длинным периодом низковолатильной консолидации.

Волатильность может резко падать из-за отсутствия рыночного интереса. После того как в 1979 году казначейские векселя (T-bills) совершили классическое 1000-пунктовое ралли на высоком объеме и при высокой волатильности, рынок в течение нескольких месяцев консолидировался в узком торговом диапазоне при очень низкой волатильности.

Уменьшение или увеличение ликвидности может иметь очень сильное воздействие на структуру рынка. Для неликвидных рынков характерны маленькие торговые диапазоны и большое число ценовых разрывов. Такие «заторможенные» рынки могут погубить модели для дневной торговли. Наоборот, высоколиквидные рынки характеризуются незначительными разрывами. Когда разрывы действительно происходят, они гораздо чаще бывают в некоторой степени предсказуемы.

Рынки время от времени действительно меняются. Легендарного финансиста и биржевика Дж. Моргана однажды спросил новичок грейдинга, который искал ценный совет: «J.P., что рынок будет делать сегодня?» Морган мудро и точно ответил: «Он будет колебаться».

Системный трейдер должен тщательным образом искать компромисс между высокой эффективностью и статистической валидностью. Из сказанного очевидно, что трейдер может получить преимущество за счет оптимизации на «релевантных данных». Однако во сколько это обойдется?

В предыдущих разделах этой главы были представлены определенные четкие статистические руководства, следуя которым можно обеспечить валидность торговой модели. Должно быть достаточное число сделок, достаточное количество данных, достаточное число степеней свободы и широкий диапазон типов рынка. Теория релевантных данных предполагает, что следует использовать только данные, схожие с текущими торговыми условиями. Это правило скорее всего приведет трейдера к конфликту с указанными статистическими руководствами.

Принесение степеней свободы в жертву никогда не может быть мудрым решением. Это самый легкий способ получить подстроенную модель. Искушенный и более опытный трейдер может предотвратить любую опасность со стороны недостаточного числа сделок или данных, торгуя «на очень коротком поводке», жертвуя более высокими прибылями, которые иногда обещают такие модели. Другими словами, модель, в которой вы жертвуете правилами статистической валидности, может быть быстро остановлена («взята на короткий поводок»), если она показывает какие-то тревожные знаки.

Безусловно, модель, разработанная на небольшом окне данных, будет иметь более короткий «срок годности». Другими словами, она будет требовать большей поддержки в виде более частой реоптимизации и более пристального наблюдения.

Одной из сильнейших сторон форвардного тестирования является способность находить для оптимизируемой торговой системы лучшие тестовое и торговое окна и торговать в них. С помощью этого метода тестирования можно непосредственно наблюдать и измерять воздействия на эффективность торговли различных размеров окон. Ввиду опасностей, сопряженных с использованием небольшого тестового окна, даже для максимизации торговой эффективности посредством теории релевантных данных я настоятельно рекомендую делать это лишь в контексте форвардного теста.

# Глава 5

## Поиск и оценка

Эта глава охватывает следующие области:

1. Методы поиска.
2. Методы оценки.
3. Оценка результатов тестового прогона.

Это самые эзотерические и менее понятные аспекты процесса тестирования и оптимизации. Они кажутся сухими. Однако их влияние на тестирование и понимание результатов тестирования очень велико.

### Методы поиска

При всяком тестировании и оптимизации используется некоторый тип метода поиска, задающий число проводимых тестов и порядок их выполнения, а также диапазон временных периодов, на котором будет применяться исследуемая стратегия. Метод поиска — это способ перебора различных параметров, определяемый данной оптимизацией, и выбора наилучшего набора параметров модели.

Другими словами, любая оптимизация подвергает набор исторических данных серии тестов. Порядок, в котором проводятся эти тесты, может влиять на определение лучшего набора параметров. Это является причиной существования разных видов поиска в, так называемом, пространстве параметров.

Индивидуальный (отдельный) тест — это одна торговая имитация на одном отрезке исторических данных при одном наборе переменных модели. С помощью переменных модели торговая имитация рассчитывает все сделки и вычисляет статистическую характеристику модели. Оптимизация или тестовый прогон — это связка или набор тестов. Успешный результат такого теста — набор моделей, удовлетворяющих критериям эффективности. Неуспешный тестовый прогон может привести к отсутствию моделей, удовлетворяющих критериям эффективности.

### Решетчатый поиск (The Grid Search)

Рассмотрим тест торговой системы, основанной на пересечении двух скользящих средних на рынке фьючерсов на S&P с 03.01.1989 по 31.12.1990. первая скользящая средняя (MA1) будет протестирована на значениях от 3 до 15 дней с шагом 2 дня. На языке исследователей, эта скользящая средняя будет просканирована от 3 до 15 по 2. Для первой скользящей средней будут протестированы семь разных значений:

3                      5                      7                      9                      11                      13                      15

Вторая скользящая средняя (MA2) будет просканирована от 10 до 100 с шагом 10. Будут протестированы 10 ее разных значений:

10                      20                      30                      40                      50                      60                      70                      80                      90                      100

Весь этот тестовый прогон будет состоять из 70 возможных комбинаций значений двух диапазонов сканирования ( $7 \times 10 = 70$ ). Тестовый прогон проводится следующим образом. Сначала каждое возможное значение MA1 тестируется с первым возможным значением MA2:

MA1	3	5	7	9	11	13	15
MA2	10	10	10	10	10	10	10

После того как этот тестовый цикл завершен, тестовая процедура увеличивает переменную MA2. Каждое возможное значение MA1 тестируется со вторым возможным значением MA2:

MA1	3	5	7	9	11	13	15
MA2	20	20	20	20	20	20	20

Этот процесс продолжается до тех пор, пока каждое возможное значение MA1 не будет протестировано с последним возможным значением MA2. Последними тестами будут следующие:

MA1	3	5	7	9	11	13	15
MA2	100	100	100	100	100	100	100

Эффективность торговой системы вычисляется для каждой из пар значений переменных MA1 и MA2. Торговая эффективность каждой такой пары оценивается в соответствии с типами оценки, которые задают условия данного тестового прогона. Топ-модели (лучшие модели) — это те модели, которые удовлетворяют критериям оценивания. Если критерии и процесс тестирования являются содержательными, то эти топ-модели будут кандидатами на участие в следующем цикле тестирования. На Рисунке 5-1 показан поиск на данной решетке пространства переменных.

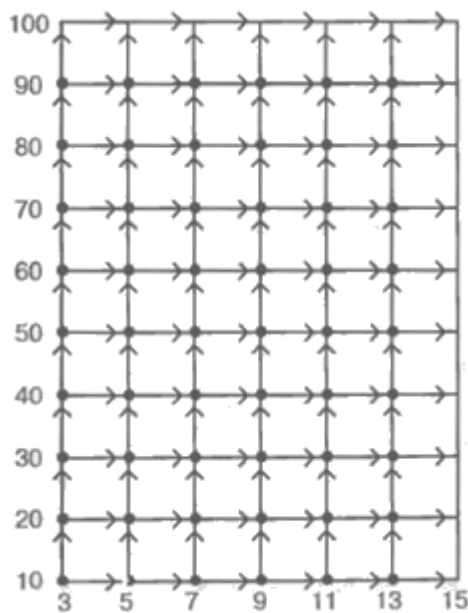


Рис. 5-1. Решетчатый поиск — две переменные

Этот метод поиска известен как решетчатый поиск. Два диапазона переменных задают решетку комбинаций переменных. Оценивается эффективность каждой комбинации. Другими словами, исследуются все узлы решетки. Это самый распространенный метод поиска. Существует и много других методов. Преимущество поиска по узлам решетки в его скрупулезности. Поскольку оценена каждая возможная комбинация, пропустить лучшую невозможно, за исключением случая, когда сам метод оценивания был плохим. Это будет обсуждаться позже.

Недостаток решетчатого выбора — его низкая скорость. В небольших тестах, подобных предыдущему примеру, время прогона было незначительным, особенно на быстрых современных персональных компьютерах. Предположив, что на один тест требуется одна секунда, поиск на решетке из 133 тестов занял бы всего 133 секунды, или 2.2 минуты.

Однако рассмотрим тест с четырьмя переменными. Допустим, что тестируются две различных скользящих средних и две полосы волатильности (VB1 и VB2) вокруг каждой скользящей средней. Это дает следующие четыре диапазона сканирования:

MA1 от 1 до 15 с шагом 2 = 8 шагов MA2 от 5 до 100 с шагом 5 = 20 шагов VB1 от 0 до 500 с шагом 25 = 21 шаг

VB2 от 0 до 500 с шагом 25 = 21 шаг

Для этого необходим тестовый прогон, эквивалентный 70560 тестам ( $8 \times 20 \times 21 \times 21 = 70560$ ). При одной секунде на тест данный тестовый прогон займет 19.6 часа ( $(70560 \text{ тестов} / 60 \text{ секунд}) / 60 \text{ минут} = 19.6 \text{ часа}$ ). Это немалое время.

Что еще более ухудшает ситуацию, эти сканирования переменных достаточно грубы. Нельзя сказать, что было бы абсолютно излишним просканировать эти четыре переменные меньшими шагами, например:

MA1 от 1 до 15 с шагом 1 = 15 шагов

MA2 от 5 до 101 с шагом 2 = 49 шагов

VB1 от 0 до 500 с шагом 10 = 51 шаг

VB2 от 0 до 500 с шагом 10 = 51 шаг

Это требует тестового прогона, эквивалентного 1911735 тестам ( $15 \times 49 \times 51 \times 51 = 1911735$ ). При одной секунде на тест этот тестовый прогон займет 531 час ( $(1911735 \text{ тестов} / 60 \text{ секунд}) / 60 \text{ минут} = 531 \text{ час}$ ). Это равно 22.13 дня ( $531 / 24 = 22.13$ ). Конечно, это абсолютно непрактично и подчеркивает главный недостаток поиска на решетке.

Следовательно, чтобы сделать более крупные диапазоны сканирования и тесты с 3 и 4 переменными приемлемыми по скорости, необходимо использовать иные методы поиска. Метод поиска — это техника тестирования, которая отбирает комбинации переменных заранее заданным способом, чтобы выделить лучший набор переменных без тестирования каждой комбинации. Существует много методов поиска. Однако для того, чтобы выиграть в скорости, мы жертвуем некоторой степенью точности. Если в чем-то мы выигрываем, то в чем-то другом теряем.

## Поиск с приоритетом шагов

Поиск с приоритетом шагов сканирует в одно время одну переменную, а выбранное значение сохраняется постоянным для каждого из следующих сканирований, в целях снижения отрицательного воздействия на эффективность. Рассмотрим предыдущий тестовый набор из 4 переменных:

MA1 от 1 до 15 с шагом 1 = 15 шагов

**MA2**      от 5 до 101      с шагом 2      = 49 шагов  
**VB1**      от 0 до 500      с шагом 10      = 51 шаг  
**VB2**      от 0 до 500      с шагом 10      = 51 шаг

То, что по временным затратам делало решетчатый поиск непригодным для проведения данного теста, то для метода поиска с приоритетом шагов вполне по силам. Тестовый прогон будет состоять всего из 166 тестов (15+49+51+51 = 166), а это совсем другое дело. Как это делается? И в чем недостаток этого метода?

Первая переменная считается наиболее важной и сканируется первой, при постоянных значениях каждой из трех остальных переменных. Константы для трех других переменных могут выбираться случайно или априорно. Так называемый «серединный» подход использует в качестве констант середину каждого диапазона сканирования. Первое сканирование будет таким:

<b>MA1:</b>	1	2	3	4	5	...	13	14	15
<b>MA2:</b>	53	53	53	53	53	...	53	53	53
<b>VB1:</b>	250	250	250	250	250	...	250	250	250
<b>VB2:</b>	250	250	250	250	250	...	250	250	250

В первом сканировании все возможные значения MA1 оцениваются при постоянных значениях MA2, VB1 и VB2. Каково значение допущения, что MA1 является самой важной переменной? Первый тест будет определять оптимальное значение MA1, которое затем будет сохраняться постоянным в последующих сканированиях второй, третьей и четвертой переменной.

Например, допустим, что первый шаг этого теста определил топ-модель со значением MA1, равным 5. Следующий шаг, сканирование второй переменной, будет проводиться с помощью следующих комбинаций:

<b>MA1:</b>	5	5	5	5	5	...	5	5	5
<b>MA2:</b>	5	7	9	11	13	...	97	99	101
<b>VB1:</b>	250	250	250	250	250	...	250	250	250
<b>VB2:</b>	250	250	250	250	250	...	250	250	250

Это сканирование, в свою очередь, определит оптимальное значение для MA2. Это оптимальное значение, например, 29, в дальнейшем будет использовано в третьем и четвертом сканированиях.

Два преимущества поиска с приоритетом шагов — скорость и оценка относительного влияния каждой переменной. Наиболее значимая переменная модели — та, которая оказывает наибольшее влияние на эффективность. Допустим, что сканирование MA1 дало следующие результаты:

<b>MA1</b>	<b>Прибыли&amp;убыт</b>	<b>MA</b>	<b>Прибыли&amp;убытки</b>
1	(-\$3,000)	6	\$12,000
2	\$2,500	7	\$9,000
3	\$5,000	8	\$7,000
4	\$10,000	...	...
5	\$15,000	15	(-\$3,000)

В этом же тесте сканирование VB1 дает следующие прибыли и Убытки:

<b>VB1</b>	<b>Прибыли&amp;убытк</b>	<b>VB</b>	<b>Прибыли&amp;убытки</b>
0	\$14000	50	\$14,500
10	\$14000	60	\$15,000
20	\$14000	70	\$13,000
30	\$14000	...	...
40	\$13500	500	\$12,000

Различные значения MA1 привели к серьезному изменению прибылей и убытков, в то время как различные значения VB1 привели к небольшим изменениям. Вывод из этого — в данной модели MA1 является более значимой переменной, чем VB1.

Это может привести к двум следствиям. Возможно, полосы волатильности (volatility bands) слабо помогают данной торговой модели. Возможно, их можно убрать. При разработке модели действует принцип «меньшее-лишнее». Безусловно, учитывая небольшое изменение, которое давали разные значения переменной VB1, нет достаточных причин проводить более глубокий поиск. Учитывая небольшое число тестов, требуемых для выполнения этого поиска, затраты на него невелики.

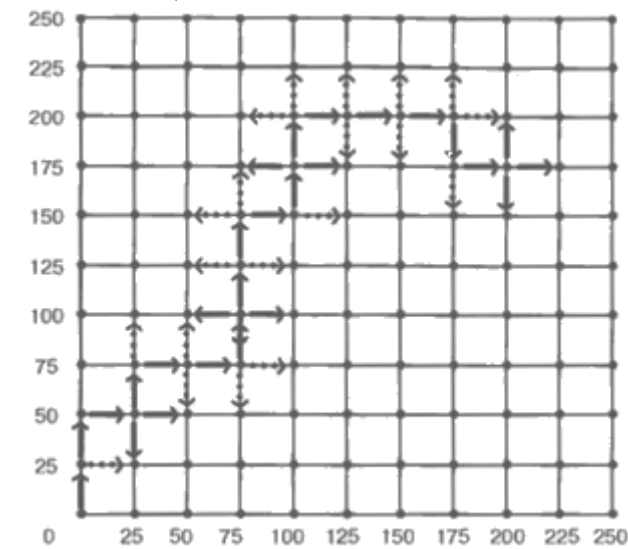
С другой стороны, недостаток скрупулезности, вызываемый очень ограниченным диапазоном поиска с приоритетом шагов, в некоторых случаях может оказаться большим недостатком, особенно если при пошаговом поиске обнаруживается, что каждая переменная существенно влияет на эффективность.

### Поиск методом прямого спуска (Direct Descent Search)

Поиск методом прямого спуска — один из многих очень быстрых методов направленного поиска. Главное отличие направленного поиска от поиска на решетке — это то, что может быть названо «информированной избирательностью» («enlighten selectivity»). Поиск на решетке последовательно рассматривает каждого кан-

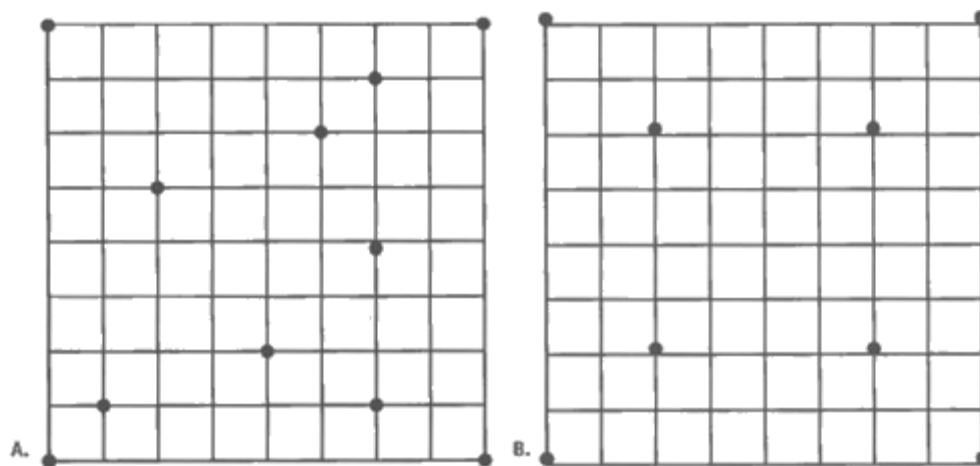


дидата в тестовой группе. Направленный поиск отыскивает путь к наивысшей эффективности в тестовой группе и доводит его до логического завершения. В течение этого он отбрасывает эффективность, которая меньше уже найденной, отдает предпочтение лучшей эффективности и движется в этом «направлении» в рамках набора тестов или модельного пространства, как его иногда называют. Графически эта идея представлена на Рисунке 5-2. Достоинство «информированной избирательности», встроенной в методы направленного поиска, в том, что обычно она делает эти методы очень быстрыми. Метод направленного поиска может потребовать расчета всего 5-10% всех возможных моделей, в то время как метод поиска на решетке рассчитывает число всех комбинаций.



Поиск методом прямого спуска может также страдать недостатком скрупулезности. Не проверяя каждую модель, претендующую на роль лучшей, этот метод сопряжен с риском пропустить топ-модель. Поиск методом градиентного спуска также требует непрерывности модельного пространства. Этот метод может ошибочно выбирать локальный максимум в качестве глобального максимума. То есть, он может выбрать топ-модель для конкретной области пространства переменных и остановить поиск; следовательно, он упустит топ-модель для всего пространства.

Сочетание локального решетчатого поиска с методом направленного поиска — одна из вариаций на тему комбинирования некоторых лучших моментов обоих методов способом, призванным компенсировать слабые стороны каждого из них. Этот метод быстрее, чем поиск по узлам решетки, и медленнее, чем чистый направленный поиск. Он менее тщателен, чем поиск по узлам решетки, и более тщателен, чем направленный поиск. Он менее подвержен попаданию в локальный максимум, чем направленный поиск.



Многоточечный направленный поиск отбирает группу различных стартовых точек. Они могут выбираться несколькими способами, например, случайным выбором из пространства переменных или путем деления пространства переменных на равные по величине сегменты и выбора в качестве точки входа «центра» каждого сегмента. (См. Рисунок 5-3). Затем данный поиск входит в пространство переменных в своей первой точке входа и ищет лучшую модель в этой области. Если данный поиск после выполнения определенного заранее заданного числа шагов не дает кандидата, удовлетворяющего критерию эффективности, поиск на решетке в локальной области прекращается и перемещается на следующую стартовую точку. Если же данный кандидат действительно удовлетворяет минимальному критерию эффективности, то далее выполняется поиск на решетке в этой локальной области модельного пространства. Мы находим топ-модель и запоминаем ее. Затем поиск переходит к следующей стартовой точке, и этот процесс повторяется. Если

модель, удовлетворяющая критерию эффективности, найдена, то в этой области выполняется поиск на решетке, и топ-модель, обнаруженная здесь, сравнивается с топ-моделью, найденной в предыдущих поисках. Если она лучше, то становится новой топ-моделью. Если же она не столь хороша, то мы ее отвергаем. Многоточечный направленный поиск продолжается таким образом до тех пор, пока не будут исследованы все точки входа.

Этот комбинированный метод поиска быстрее, чем поиск на решетке, и медленнее, чем чистый направленный поиск. Он более тщателен, чем чистый направленный поиск, и менее тщателен, чем поиск на решетке. Он с меньшей вероятностью примет локальный максимум за глобальную топ-модель, чем чистый метод направленного поиска. Аналитик может выбрать столько стартовых точек, сколько сочтет целесообразным; в своем крайнем случае, когда каждая точка решетки является стартовой точкой, данный метод становится аналогичным методу поиска на решетке, но еще более медленным.

### Методы генетического поиска

Методы генетического поиска — наиболее продвинутые и сложные из новых методов, разработанных на сегодня. Есть свидетельства, что они быстрее и достоверней, чем все предыдущие. Описание подробностей их действия не входит в рамки данной книги. Однако в связи с их превосходством знание о их существовании может оказаться полезным.

Методы генетического поиска являются методами направленного поиска, но включение «мутаций» (то есть нестандартных случайных шагов в области пространства переменных, отклоняющихся от пути направленного поиска) снижает вероятность выбора локального максимума в качестве глобальной топ-модели. Поскольку для пространства торговых моделей характерно обилие экстремумов, надежность генетических методов делает их перспективными в исследовании торговых моделей.

### Общие проблемы методов поиска

У методов направленного поиска в целом есть несколько недостатков. Поскольку метод направленного поиска не оценивает каждого кандидата, существует риск недостаточной точности. Направленный поиск гораздо более тщателен, чем пошаговый поиск. Но он менее точен, чем поиск на решетке. Опыт многоточечного направленного поиска в сочетании с методом поиска на решетке свидетельствует, что таким комбинированным методом можно находить модели, входящие по эффективности в лучшие 10-20%.

Вторая и, возможно, более серьезная проблема методов направленного поиска состоит в том, что они не всегда гарантируют нахождение истинного пика, называемого глобальным максимумом, но могут ошибочно принимать за него локальный максимум. Глобальный максимум — это самая эффективная модель во всей тестовой группе, а локальный максимум — самая эффективная модель в «локальной области» тестовой группы (см. Рисунок 5-4). Ошибочное принятие локального максимума за глобальный может происходить по причинам, связанным с особенностями метода поиска и «формой пространства переменных». У такого метода будут возникать проблемы «пикообразной» переменной, группой моделей с очень большим числом пиков эффективности, окруженных глубокими впадинами. Рассматривая применение методов направленного поиска, важно помнить об этих проблемах.

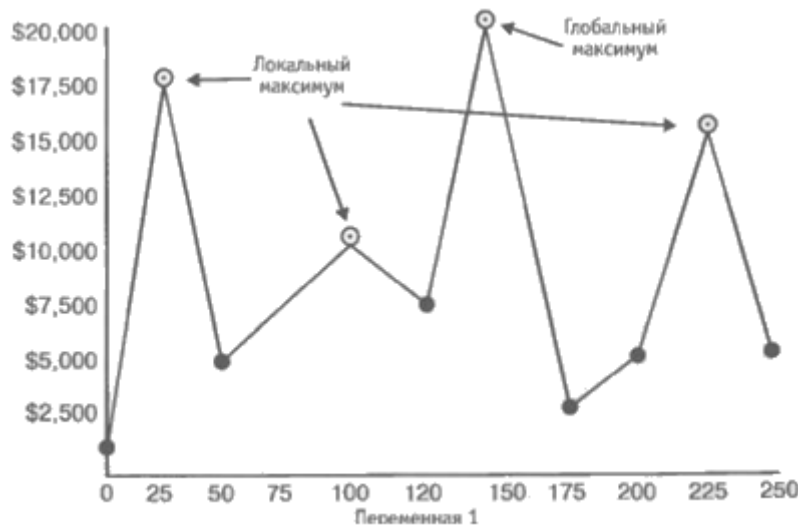


Рис. 5-4. Шпильеобразное пространство — одна переменная.

### Значение метода оценки

Любой метод поиска должен иметь некоторый способ определения того, является ли торговая модель «хорошей», чтобы принять ее или отвергнуть. Хорошей торговой моделью может быть модель с максимальной прибылью, с максимальной прибылью на сделку, с максимальным процентом выигрышей или

с комбинацией трех этих показателей. Такой метод определения качества торговой модели называется методом оценки. В статистике он также известен как целевая функция. Хорошая торговая модель зависит отнюдь не только от чистой прибыли. На самом деле, хорошая модель — это комплекс показателей.

При использовании методов поиска очень важным оказывается тип оценивания. Поскольку методы поиска, по определению, в процессе поиска лучшего пути постоянно принимают торговые модели или отвергают их, крайне важно применять правильный метод оценивания: именно этот метод обладает наибольшей предсказательной силой и будет успешным в реальном трейдинге. При использовании неправильного или неподходящего типа оценивания можно пропустить хорошую модель; что еще хуже, можно выбрать для торговли в реальном времени плохую модель.

При выборе типа оценки лучше всего руководствоваться принципом — «Будь внимателен, когда что-то просишь, потому что можешь это получить». Например, если критерием отбора является максимальная чистая прибыль, то будет отобрана модель, приносящая максимальную прибыль. В конечном счете, для трейдера важна именно прибыль. Тогда почему такая модель может быть плохой? Потому что одна лишь максимальная прибыль не является адекватным показателем качества торговой модели. Например, 60% этой максимальной чистой прибыли могли быть получены моделью на одной крупной сделке, которая (будем надеяться) может никогда больше не повториться, такой как короткая продажа во время Краха фондового рынка в октябре 1987 года. Или большая часть этой прибыли могла быть получена в первой половине тестового периода и могла маскировать катастрофические убытки во второй, более актуальной половине. Показатель одной только чистой прибыли игнорирует очень важное требование равномерности распределения прибылей.

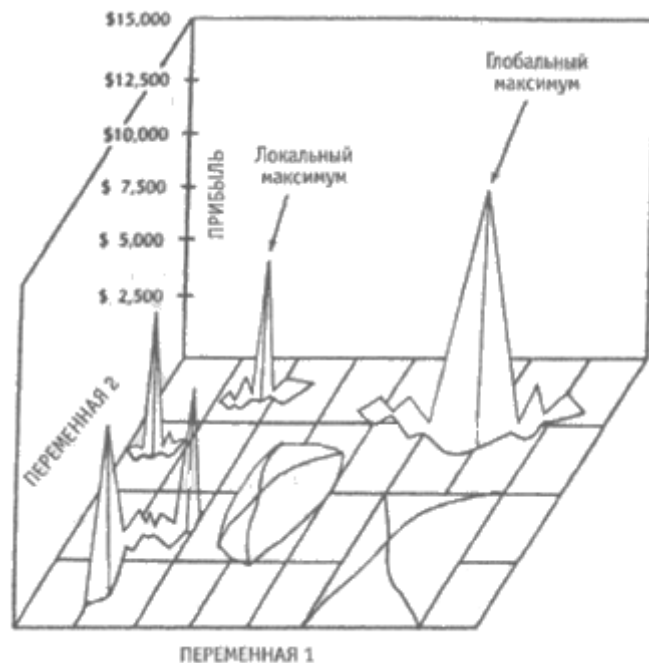


Рис. 5-5. Глобальный максимум — две переменные.

Более того, поиск наибольшей чистой прибыли полностью игнорирует вопрос риска. Стратегия с максимальной чистой прибылью может также иметь очень большое и неприемлемое проседание счета. Другой ее недостаток в том, что лучшая прибыль могла быть получена посредством очень небольшого числа сделок. Модель с таким набором сделок имеет ограниченную статистическую валидность.

Метод оценки исключительно по чистой прибыли игнорирует многие важные характеристики, которые необходимо учитывать при выборе топ-модели, обладающей наибольшей предсказательной способностью в отношении будущей реальной прибыли. Подчеркнем некоторые из ключевых характеристик настоящей топ-модели:

- Равномерное распределение сделок.
- Равномерное распределение прибыли.
- Приемлемый риск.
- Статистическая валидность.

Тип оценки должен быть разработан для отбора наиболее устойчивой и стабильной торговой модели, которая не обязательно будет самой прибыльной. Мы выбрали в качестве типа оценивания чистую прибыль, чтобы осветить некоторые факторы, влияющие на устойчивость модели.

Неправильный тип оценки может фактически и неумышленно привести в процессе оптимизации к подстройке. Метод оценивания, отбирающий модели не по их устойчивости, ставит под сомнение весь

процесс тестирования. При реальном трейдинге устойчивая торговая модель скорее всего принесет прибыль, а неустойчивая модель — убытки.

### Выбор критериев оценки

В этом разделе приводятся различные критерии оценки, распространенные в большей или меньшей степени, а также краткие описания их сильных и слабых сторон.

Чистые прибыли и убытки — чистый выигрыш или проигрыш модели в долларах или каких-то других денежных единицах. Хотя трейдер стремится к максимально возможной прибыли, чистая прибыль, как единственный показатель — ненадежный метод оценки. На нее могут чрезмерно влиять отдельный крупный выигрыш или проигрыш. Она полностью игнорирует число и распределение сделок. Безусловно, чистая прибыль — важный элемент, и она может использоваться в качестве критерия допустимого минимума доходности. Например, учитывая проскальзывание и другие издержки, доходность \$100 на сделку может считаться минимально приемлемым показателем.

Норма доходности — альтернативный способ выражения чистых прибылей и убытков и полезная мера эффективности модели, поскольку она облегчает сравнение различных временных периодов и разных инструментов. Однако в качестве метода оценивания она подвергается той же критике, что и чистая прибыль. Она полезна для установки минимальной цели, но неприемлема в качестве единственного показателя.

Максимальное проседание счета — показатель риска и важный показатель эффективности модели. Оно оценивается двумя способами: как долларовая величина крупнейшей последовательности убыточных сделок, или как наибольшее проседание кривой доходности. В любом случае оно представляет «защитный» критерий, поскольку ищет наименьший долларовый проигрыш, а не наибольший долларовый выигрыш. В качестве критерия оценки максимальное проседание обладает теми же слабыми сторонами, что и чистая прибыль, и поэтому неприемлемо в качестве единственного показателя. Максимальное проседание полезно в качестве порогового ограничения. Модели, превышающие определенное проседание, могут сразу исключаться из рассмотрения. Однако минимальное проседание является недостаточным в качестве единственного критерия: проседание равно нулю тогда, когда у модели нет проигрышных сделок, и, вероятнее всего, выигрышных тоже.

Корреляция между кривой доходности и идеальной прибылью (perfect profit) — критерий оценки, неявно включающий распределение сделок. Более важно то, что этот показатель рассчитывает коэффициент полезного действия модели на основе реальных прибыльных возможностей, предоставляемых рынком.

Идеальная прибыль — это теоретический показатель рыночного потенциала, а именно, общая долларовая прибыль, получаемая в результате покупки каждой «впадины» и продажи каждого «пика», возникающих в ценовом движении. Очевидно, что данная задача невыполнима, откуда и название — идеальная прибыль. Математически она равна сумме разностей цен, взятых по модулю.

Кривая доходности модели — это накопленная стоимость всех совершенных сделок. Кривая доходности связана с идеальной прибылью стандартным статистическим показателем — коэффициентом корреляции, который находится в интервале между -1 и +1. Значение -1 будет плохим, поскольку оно показывает, что при повышении идеальной прибыли размер счета снижается. Значение +1 является хорошим, так как свидетельствует о том, что по мере роста идеальной прибыли размер счета тоже растет. Формула коэффициента корреляции между идеальной прибылью и кривой собственности следующая:

$$\text{Коэффициент корреляции} = \frac{\sum (x(i) - M'x)(y(i) - M'y)}{[(n-1) \times SD'x \times SD'y]}$$

n	=	число дней в расчетном периоде
x	=	идеальная прибыль
y	=	кривая доходности
M'x	=	среднее значение идеальной прибыли
M'y	=	среднее значение кривой доходности
SD'x	=	стандартное отклонение идеальной прибыли
SD'y	=	стандартное отклонение кривой доходности

Чем корреляция между кривой доходности торговой модели и идеальной прибылью выше, то есть, ближе к +1, тем более эффективно модель использует рыночные возможности. Почему? Идеальная прибыль представляет собой кумулятивный показатель, а поэтому будет расти на протяжении всего торгового периода. Хорошая торговая модель будет также демонстрировать устойчивый рост кривой доходности. Если рынок становится спокойным, для роста идеальной прибыли будет характерна тенденция к повышению с меньшей скоростью. Лучшая модель также будет демонстрировать некоторую стабилизацию или медленный рост, вместо понижения кривой доходности в течение такого периода. Аналогично, когда рыночная волатильность находится на пиковом уровне, это будет отражено резким ростом идеальной прибыли. Лучшая модель будет также демонстрировать сильный рост прибыли, заметный по увеличению угла наклона кривой доходности.

В отличие от чистой прибыли, данный показатель будет отдавать предпочтение торговым моделям, дающим устойчивую прибыль с тем же темпом, с каким растет идеальная прибыль, и не несущим крупных убытков, когда рост идеальной прибыли замедляется. Это отличный кандидат на роль единственного критерия. Это также хороший кандидат на роль порогового ограничения.

**Пессимистическая доходность на маржу** (The pessimistic return on margin, PROM) — это годовой доход на маржу, скорректированный на «пессимистическое допущение», согласно которому в реальной торговле система будет выигрывать меньше и проигрывать больше, чем при тестировании.

PROM корректирует валовую прибыль путем вычисления новой, пессимистической, заниженной валовой прибыли. Первый шаг — найти число выигрышных сделок, уменьшенное на квадратный корень или скорректированное на свою стандартную ошибку. Это скорректированное число выигрышных сделок далее умножается на среднюю выигрышную сделку, чтобы получить новую, заниженную валовую прибыль.

Затем PROM корректирует валовой убыток путем вычисления нового, пессимистического, завышенного валового Убытка. Первый шаг — вычисляется количество проигрышных сделок, увеличенное на квадратный корень из себя или скорректированное на свою стандартную ошибку. Затем это скорректированное число проигрышных сделок умножается на среднюю проигрышную сделку, чтобы получить новый, завышенный валовой убыток. Далее новые чистые прибыль и убыток вычисляются по этим скорректированным валовым прибыли и убытку. Это, в свою очередь, делается для получения годовой нормы доходности на маржу. Формула следующая:

$$PROM = [AW \times (\#WT - \sqrt{\#WT}) - AL \times (\#LT + \sqrt{\#LT})] / \text{Маржа}$$

#WT	Число выигрышей
AW	Средний выигрыш
#LT	Число проигрышей
AL	Средний проигрыш
Скорректированное число выигрышей (A#WT)	$\#WT - \sqrt{\#WT}$
Скорректированное число проигрышей	$\#LT + \sqrt{\#LT}$
Скорректированная валовая прибыль	A#WT X Средн. выигрыш
Скорректированный валовой	A#LT X Средн. проигрыш убыток
PROM	(AGP - AGL) / Маржа

Допустим, годовая валовая прибыль составляет \$25,000, годовой валовой убыток — \$10,000, и маржа \$10,000. В соответствии со стандартными вычислениями, годовой доход на маржу составит 150%  $(\$25,000 - \$10,000) / \$10,000 = 1.5 \times 100 = 150\%$ . PROM даст заниженную оценку:

Скорректированное число выигрышей	$25 - \sqrt{25} = 20$
Скорректированное число проигрышей	$15 + \sqrt{15} = 19$
Скорректированная валовая прибыль	$(\$25,000 / 25) \times 20 = \$20,000$
Скорректированный валовой убыток	$(\$10,000 / 15) \times 19 = \$12,667$
PROM	$(\$20,000 - \$12,667) / \$10,000$
PROM	73.3%

На этом примере ясно показано, почему данный показатель называется пессимистическим. Он исходит из предположения, что торговая система не будет выигрывать в реальном времени так часто, как при тестировании, а нести убытки в реальном времени будет чаще, чем при тестировании. PROM отражает эти пессимистические допущения посредством корректировки чистой прибыли на стандартную ошибку. А раз так, он является более консервативным показателем. Его ценность также в том, что он включает число выигрышей и проигрышей.

PROM является достоверной мерой эффективности модели, поскольку учитывает валовую прибыль, средний выигрыш, валовой убыток, средний проигрыш, число выигрышей и число проигрышей. Как следует из его названия, PROM пессимистически взвешивает прибыль (путем ее уменьшения) и убыток (путем его увеличения).

Пессимистическая доходность на маржу — очень хороший и достоверный показатель эффективности торговой модели. Будучи «пессимистически» скорректированной, доходность на маржу также представляет хороший способ сравнения эффективностей различных торговых моделей.

Существует две более строгих производных от PROM — PROM минус максимальный выигрыш и PROM минус максимальная выигрышная серия. Как следует из их названий, эти показатели корректируют валовую прибыль еще в большей степени, чем PROM. PROM минус максимальный выигрыш устраняет из валовой прибыли максимальную единичную прибыль, а затем вычисляет PROM. Это более строгий показатель, чем PROM. Его самое большое достоинство в том, что он позволяет оценить торговую систему, устранив влияние максимальной выигрышной сделки, которая могла быть вызвана ценовым шоком. Там, где исключительно крупного выигрыша не было, этот показатель очень близок к PROM. Однако там, где крупный выигрыш был

получен за счет Краха фондового рынка 1987 года, PROM минус максимальный выигрыш дает меру эффективности модели, исключаящую такую непредсказуемую прибыль.

PROM минус максимальная выигрышная серия устраняет из валовой прибыли наибольшую последовательность прибылей, а затем вычисляет PROM. Это наиболее строгий показатель. Он обеспечивает меру эффективности торговой модели, скорректированную на исключительную выигрышную серию, которая могла быть вызвана необычайно благоприятными торговыми условиями. В поиске наиболее устойчивой и стабильной торговой модели всегда лучше готовиться к худшему и надеяться на лучшее. Модель, обеспечивающая лучшую годовую доходность, и при пессимистической корректировке, и без своих лучших результатов, с большой вероятностью будет устойчивой в реальном времени.

### Комплексная оценка

Комбинация различных критериев оценки предпочтительней, чем отдельный показатель. При этом конкретные пороговые ограничения эффективности, вносящие вклад в устойчивость модели, устанавливать легче. Например, ранжируйте топ-модели с помощью PROM и устанавливайте следующие критерии:

- чистая доходность больше \$5,000
- максимальное проседание меньше \$5,000
- минимум сделок за год — 10.

Ранжирование топ-моделей с помощью достоверного показателя, такой как PROM, устранил возможные проблемы. Исключение моделей, приносящих менее \$5,000 или имеющих проигрышную серию более \$5,000, устанавливает определенный минимальный критерий эффективности. Исключение моделей, торгующих менее 10 раз в год, должно обеспечить адекватный размер выборки. Ранжирование с помощью PROM моделей, удовлетворяющих этим минимальным критериям, будет давать наиболее устойчивые результаты.

### Оценка использующая группу моделей

Всплески эффективности, или изолированные прибыли, являются проклятием оптимизации. Всплеск (выброс) эффективности представляет собой статистическую аномалию. Рассмотрим крайний случай на примере торговой модели, основанной на двух скользящих средних. Оптимизация одной скользящей средней дает следующие результаты:

MA1	Прибыли&убытки	MA	Прибыли&убытки
1	(-\$14,000)	9	(-\$8,000)
2	(-\$16,000)	10	\$4,000
3	(-\$12,000)	11	\$6,000
4	(-\$ 8,000)	12	\$6,500
5	(-\$ 500)	13	\$7,000
6	\$12,000	14	\$5,000
7	\$ 3,000	15	\$4,500
8	(-\$13,000)		

Топ-модель в этом примере — это модель, использующая 6- дневную скользящую среднюю и приносящая прибыль \$12,500. В изолированном виде модель выглядит неплохо. Но при рассмотрении в контексте все выглядит иначе. Один шаг в сторону любого из соседних тестов, 5-дневной или 7-дневной скользящей средней, показывает резкое падение эффективности до убытка (\$500) и небольшой прибыли (\$3,000), соответственно. При двух шагах в любую сторону эффективность катастрофически падает до убытков (\$8,000) и (\$13,000).

Есть и другой пик эффективности — при 13-дневной скользящей средней, дающей прибыль \$7,000. Это намного меньше предыдущего пика \$12,500. Однако с учетом окружающих тестовых результатов этот пик выглядит более привлекательно. Один шаг в любую сторону приводит к прибылям \$6,500 и \$5,500, соответственно. Два шага дают прибыли \$6,000 и \$4,500, соответственно. Этот пик с каждой стороны окружен прибылями, сопоставимыми с пиковой эффективностью. Следовательно, этот второй пик скорее всего будет более устойчивой моделью, чем первый пик.

Здесь важно отметить, что 1-дневный шаг для скользящей средней с небольшим периодом не равнозначен 1-дневному шагу при большом периоде. Например, период 5-дневной скользящей средней примерно на 17% меньше периода 6-дневной средней. Период 7-дневной скользящей средней примерно на 17% больше периода 6-дневной средней. Однако в случае 13-дневной средней первый 17-процентный шаг вниз приводит к 11-дневной средней, а 17-процентный шаг вверх — к 15-дневной средней. Важно понимать это различие между шагами, выраженными в процентах и в абсолютных числовых значениях, особенно, когда предстоит сканировать диапазоны, представленные большими числами.

Некоторые методы оценки будут выбирать модель, приносящую \$12,500, вместо приносящей \$7,000 (при условии, что оценивание происходит по прибыли). Однако существует метод, уменьшающий эффект



изолированных пиков эффективности, посредством усреднения модели по двум ее ближайшим соседям. Затем усредненная модель оценивается заново. Такое сглаживание обычно сокращает влияние изолированных, а следовательно — неустойчивых, моделей.

Рассмотрим усреднение двух обсуждаемых пиков эффективности. Первый пик \$12,500 имеет ближайших соседей -\$500 и \$3,000. После усреднения получаем нового кандидата, \$5,000, вычисляемого следующим образом:

$$(\$12,500 - \$500 + \$3,000) / 3 = \$5,000$$

Второй пик \$7,000 имеет ближайших соседей \$6,500 и \$5,000. Усредняя, получаем нового кандидата, \$6,167:

$$(\$7,000 + \$6,500 + \$5,000) / 3 = \$6,167$$

Этот сглаженный кандидат предпочтительнее первого сглаженного кандидата.

### Оценка тестового прогона

Высокоэффективная модель, окруженная плохими моделями, вряд ли будет устойчивой, способной приносить прибыль в реальном времени. Такая модель скорее всего будет соблазнительным статистическим нонсенсом. Мы показали, что модель, окруженная схожими соседями, оказалась лучше пика прибыли. Общую эффективность всех моделей тестовой связки следует оценивать аналогичным образом. Ниже представлены некоторые руководства.

Правила статистического тестирования свидетельствуют, что лучший 1 процент всех тестовых результатов является значимым. Далее, данный принцип свидетельствует, что 5% всех тестовых результатов будут предельно значимыми. Другими словами, если при игре в дартс в мишень бросить достаточное число дротиков, возникнет группа, имеющая высокое число очков. Оптимизация лишь с небольшим числом хороших тестов будет рассматривать эти прибыли как статистически «значимые», хотя трейдера ждет разочарование, поскольку стратегия в целом не будет прибыльной. Пример 1 показывает результаты тестового прогона с числом прибыльных результатов менее 5%:

#### Пример 1: Неудачный тестовый прогон

Общее число тестов	1000	100.0%	\$2,458
Прибыльные тесты	37	3.7	7,598
Убыточные тесты	963	96.7	(2,457)

Согласно данному принципу, если было выполнено 1000 тестов торговой системы, то по определению 10 лучших тестов являются «значимыми», а следующие 40 — «предельно значимыми». Устойчивая торговая стратегия должна показывать много прибыльных результатов после устранения 50 лучших тестов из 1000.

Чтобы иметь какие-то основания говорить о валидности системы, как минимум 20% тестов должны быть на уровне прибыльности, считающемся значимым для данного рынка и системы. Такой результат показан в Примере 2:

#### Пример 2: Успешный тестовый прогон

Общее число тестов	1000	100.0%	\$5,447
Прибыльные тесты	224	22.4	9,767
Убыточные тесты	776	77.6	(1,983)

Конечно, чем больше процент высокоприбыльных результатов, тем вероятнее, что данная торговая модель будет устойчивой. Пример 3 демонстрирует устойчивый тестовый результат:

#### Пример 3: Устойчивый тестовый результат

Общее число тестов	1000	100.0%	\$9,671
Прибыльные тесты	671	67.1	12,671
Убыточные тесты	329	32.9	(1,324)

### Распределение эффективности

Как только тестовый прогон прошел тест на значимость, описанный в предыдущем разделе, полезно пересмотреть распределение общей тестовой эффективности. Это достигается путем вычисления средней, максимума, минимума и стандартного отклонения всех тестов. Самым желательным результатом будет большая средняя прибыль с минимальным разбросом (variation). Связка тестов с наименьшей разницей между максимумом и минимумом, а следовательно — с наименьшим стандартным отклонением, будет лучшей. Пример 4 показывает результаты простой торговой модели:

#### Пример 4: Успешный тестовый прогон

Общее число тестов	1000	100.0%	\$4,523
Прибыльные тесты	301	30.1	7,345
Убыточные тесты	699	69.9	(2,993)

При сравнении одной оптимизации с другой, лучшей будет имеющая более высокую среднюю и меньшее стандартное отклонение. Совершенствуя торговую модель или внося в нее новые правила, а затем повторно

тестируя, важно, чтобы число прибыльных тестов увеличивалось, средняя всей связки возрастала, а стандартное отклонение при этом не росло.

Пример 5 показывает результаты добавления в торговую модель, описанную в Примере 4, нового правила, которое снизило эффективность по каждой категории: проценту прибыльных моделей, средним результатам, средней прибыльной и средней убыточной модели. Основываясь на этих результатах, данное правило следует исключить.

**Пример 5: Неудачное добавление правила**

Общее число тестов	1000	100.0%	\$4,123
Прибыльные тесты	221	22.1	6,256
Убыточные тесты	699	69.9	(3,457)

Пример 6 демонстрирует результаты добавления в торговую модель правила, которое повысило эффективность по каждой категории: проценту прибыльных моделей, средним результатам, средней прибыльной и средней убыточной модели. На основе этих результатов данное правило следует включить в торговую модель.

**Пример 6: Успешное добавление правила**

Общее число тестов	1000	100.0%	\$5,798
Прибыльные тесты	457	45.7	8,981
Убыточные тесты	543	54.3	(1,876)

На Рисунке 5-6 линией А представлены результаты первой оптимизации. Линии В, С и D представляют различные исходы второго теста с одним усовершенствованием, внесенным в модель. Линия В отражает худший исход, потому что показывает более высокую среднюю, но гораздо большее стандартное отклонение. Линии С и D отличаются и обе лучше А, поскольку обе имеют более высокие средние и немного меньшие стандартные отклонения.

**Форма тестового пространства**

Несмотря на то, что форма тестового пространства кажется несколько замысловатым понятием, оно очень полезно. Тестовое пространство — это визуализация результатов тестовой связки в виде трехмерного графика. Худший из случаев, которые можно себе представить, будет напоминать горную гряду очень узких и высоких пиков прибыли. Почему это плохо? Такой модели будет не хватать устойчивости. Любой небольшой сдвиг параметра модели может изменить результаты модели с крупной прибыли на такой же крупный убыток. Такова природа неустойчивого модельного пространства. (См. Рис. 5-7)

Лучшим случаем, который можно представить, будет топ-модель, расположенная на вершине большого, пологого, постепенно снижающегося холма. Этот случай хорош, потому что данная модель будет очень устойчивой. Любой небольшой или даже большой сдвиг параметра модели снизит ее эффективность на 5- 10 процентов. В этом преимущество устойчивой модели. Такая модель черпает свою устойчивость из относительной нечувствительности к изменениям параметров (См. Рис.5-8).

Идеальная оптимизация по одной переменной должна создавать линию эффективности по прибыли, которая снижается постепенно в обоих направлениях от своего пика прибыли. Идеальная оптимизация по двум переменным должна создавать круг с лучшей моделью в центре и ступенчатым снижением эффективности на расходящихся концентрических окружностях. Идеальная оптимизация по трем переменным должна создавать округлый холм с лучшей моделью на вершине и ступенчатым снижением эффективности на любых концентрических окружностях большего диаметра, расходящихся от вершины этого холма.

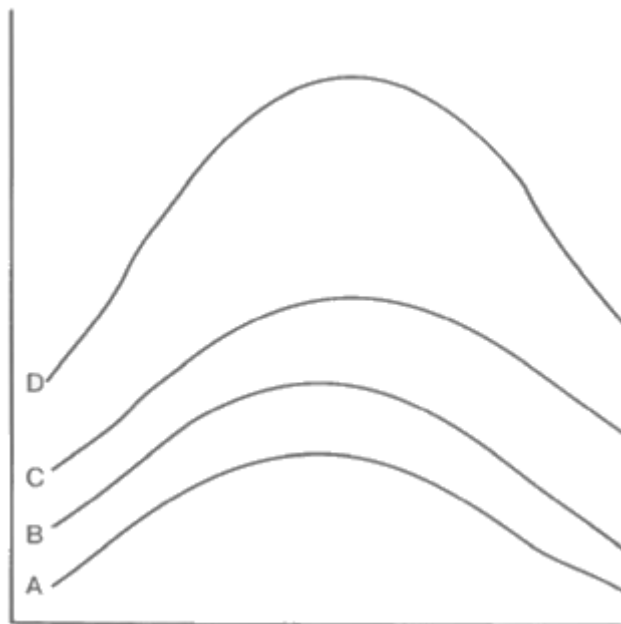


Рис. 5-6. Результаты оптимизационного теста.

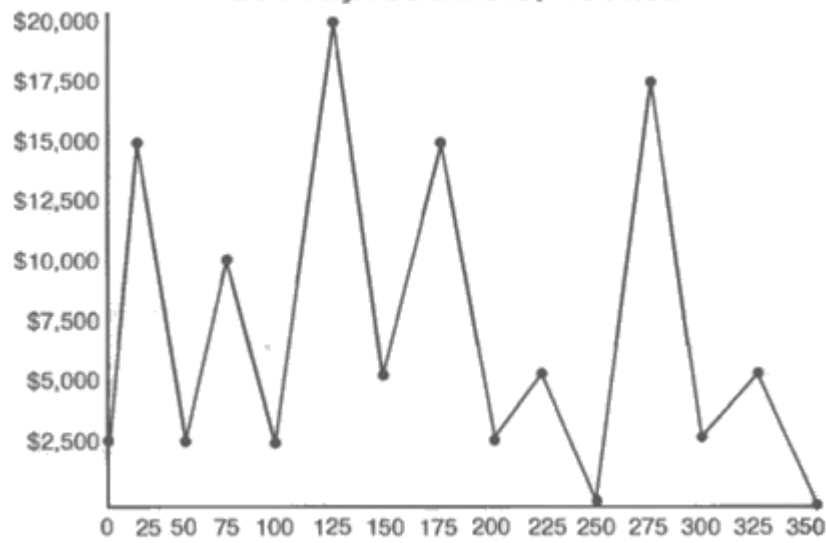


Рис. 5-7. Шпильеобразное тестовое пространство.

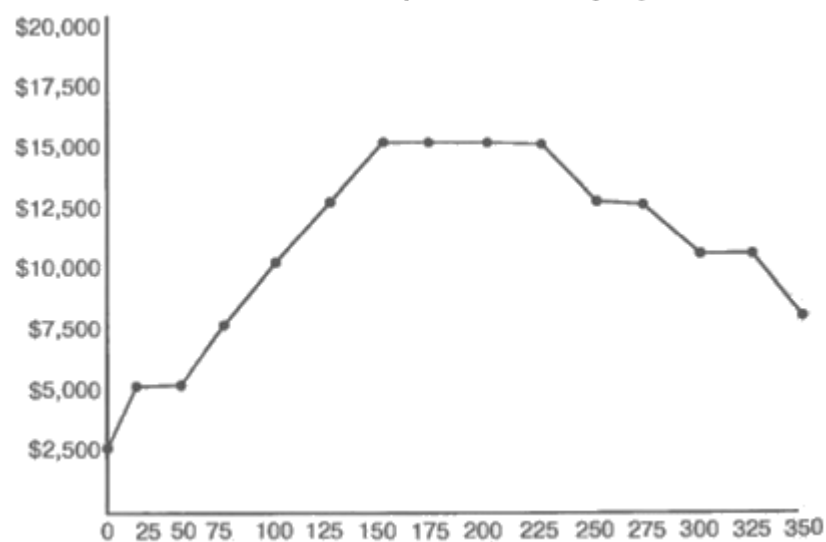


Рис. 5-8. Сглаженная вершина холма.

# Глава 6

## Упражнения в тестировании

Первая стадия построения торговой системы — ее разработка. Она включает формулирование торговой идеи и ее последующее оформление в некотором виде, дающем возможность тестирования. Вторая стадия этого процесса — предварительное тестирование торговой модели.

Тестирование состоит из четырех основных шагов:

1. Проверить, что все формулы и правила вычисляются так, как должны.
2. Оценить, работают ли комбинации формул и правил в соответствии с теорией.
3. Сформулировать предварительные намерения по доходам.
4. Сформулировать намерения относительно устойчивости.

Устойчивость — это важный фактор тестирования торговой модели. Во Втором Университетском словаре Вебстера (Webster's II University Dictionary) дается следующее определение: «**Устойчивый**: *сложенный крепко; стойкий*».

Ключевое слово здесь «стойкий». Другими словами, устойчивая торговая модель является крепкой и долговечной. В наших целях можно определить устойчивую торговую модель тремя характеристиками:

1. Прибыль на широком диапазоне переменных.
2. Прибыль на широком диапазоне рынков.
3. Прибыль на широком диапазоне рыночных условий.

Другими словами, устойчивая модель будет продолжать показывать прибыльные результаты и при изменении рынков. Поскольку рынки меняются постоянно, чем модель устойчивей, тем лучше.

В книге Джека Швагера «Волшебники рынка» («Market Wizards», by Jack Schwager, New York Institute of Finance, New York, NY) приводятся слова Ларри Хайта (Larry Hite), финансового гоп-менеджера: «*Мы не ищем оптимальный метод; мы ищем самый выносливый метод*».

Читайте вместо *выносливый* слово *устойчивый*. Торговая модель, которая делает деньги только на Т-бондах на «ревушем» бычьем рынке при высокой волатильности и очень узком наборе параметров — это модель, которая скорее всего не будет отвечать интересам трейдера, намеренного торговать в долгосрочной перспективе.

### Предварительное тестирование

Чтобы проверить сконструированную торговую систему, необходимо убедиться в двух вещах: в вычислениях и сделках. Даже после многолетнего опыта лучшие программисты и разработчики систем по-прежнему должны выполнять этот крайне важный тест. (См. Рис. 6-1).

Для этого необходим тест на эффективность на одном рынке и на одном куске данных. Выборка данных должна быть достаточно большой, чтобы каждая формула и правило торговой модели были задействованы для генерации как минимум одного сигнала на покупку и продажу. Необходимо использовать значения модели, которые представляются «разумными» с точки зрения теории и опыта. Проверка конструкции должна давать на выходе результаты в двух формах: (1) количественные выражения всех значений, используемых при вычислении индикаторов, правил и сделок, и (2) перечень всех сделок.

### Вычисления

Подробный просмотр всех переменных, правил, ордеров на вход и выход, должен подтвердить, что сделки генерировались соответствующими формулами и правилами. Единственный способ достичь этого — сравнить вычисления, выполненные вручную, с компьютерными. Достаточно выборочно проверить эти вычисления путем включения, как минимум, одного примера каждого возможного вычисления. На Рис. 6-2 представлены значения 5-дневной скользящей средней и цены дневных закрытий для выборочной проверки.

Рассмотри торговую модель, состоящую из двух скользящих средних и 2-дневного временного фильтра. 2-дневный временной фильтр требует, чтобы сигнал оставался действительным в течение времени, задаваемого данным фильтром; то есть, пересечение скользящих средних должно оставаться действительным два дня. Модель покупает по цене открытия, когда MA1, 3-дневная скользящая средняя цен закрытия, оставалась выше MA2, 12-дневной скользящей средней средин дневных диапазонов, в течение двух дней.



Рис. 6-1. Предварительное тестирование.

Закрытие = 62.11	5-дневная МА =	62.5880
Закрытие = 61.45	5-дневная МА =	62.3419
Закрытие = 61.50	5-дневная МА =	62.0900
Закрытие = 61.63	5-дневная МА =	61.8759
Закрытие = 62.37	5-дневная МА =	61.8120
Закрытие = 61.72	5-дневная МА =	61.7340
Закрытие = 61.85	5-дневная МА =	61.8139
Закрытие = 61.12	5-дневная МА =	61.7379
Закрытие = 62.89	5-дневная МА =	61.9899
Закрытие = 62.89	5-дневная МА =	62.0940

Рис. 6-2. Пятидневная скользящая средняя.

Первые вычисления, которые необходимо проверить вручную — это вычисления 3-дневной скользящей средней цен закрытия и 12-дневной скользящей средней середин дневных диапазонов. Второе, что надо проверить — условия сигнала на покупку: модель должна была купить по цене открытия, и лишь после того, как значение МА1 было больше МА2 в течение двух дней. Последний элемент, который необходимо проверить — условия сигнала на продажу: модель должна была продавать по открытию, и только после того, как МА1 была ниже МА2 на протяжении двух дней.

Если какие-то вычисления неправильны или правила выполняются не так, как должны, внесите необходимые исправления. Повторяйте этот тест до тех пор, пока все вычисления и правила не будут выполняться так, как задумано. Как только все будет правильно, переходите к следующей стадии тестирования.

### Протокол сделок

Как следует из названия, протокол сделок — это отчет в табличной форме, содержащий дату, покупку или продажу, цену и итоговые прибыль или убыток по каждой закрытой сделке (См. Рис. 6-3). Следующий шаг — проверка протокола сделок с целью подтверждения, что модель покупает в тот момент и по той цене, по которой она должна покупать, и продает в момент и по той цене, по которой должна продавать. Другими словами, необходимо Удостовериться, что модель делает то, что должна делать в соответствии с вашим замыслом. Эта более крупная, макроскопическая проверка эффективности будет раскрывать любые остальные недоработки, которые могли быть пропущены при микроскопической проверке вручную ограниченного числа сигналов на покупку и продажу.

Advanced Trader V1.09 Analysis Report								
Contract Traded : Swiss Franc D 03/92 02.06.1989- 31.12.1991								
Script Name : C:\ PARDO\ RPAT\ MA00.LOG								
Trades Analyzed : ALL								
Trade Order	Type	Entry	Price	Trade Order	Type	Exit	Price	Net P&L
0#2	Sell	10.08.1989	60.10	0#1	Buy	27.09.1989	60.05	(\$37.50)
0#1	Buy	27.09.1989	60.05	0#2	Sell	16.11.1989	59.55	(\$725.00)
0#2	Sell	16.11.1989	59.55	0#1	Buy	24.11.1989	60.45	(\$1225.0)
0#1	Buy	24.11.1989	60.45	0#2	SeU	05.03.1990	64.63	\$5125.00
0#2	Sell	05.03.1990	64.63	0#1	Buy	05.04.1990	64.54	\$12.50
0#1	Buy	05.04.1990	64.54	0#2	Sell	11.06.1990	67.44	\$3525.00
0#2	Sell	11.06.1990	67.44	0#1	Buy	19.06.1990	64.55	(\$1387.50)
0#1	Buy	19.06.1990	68.47	0#2	Sell	26.09.1990	74.55	\$7500.00
0#2	Sell	26.09.1990	74.55	0#1	Buy	28.09.1990	75.23	(\$950.00)
0#1	Buy	28.09.1990	75.23	0#2	Sell	03.12.1990	75.55	\$300.00
0#2	Sell	03.12.1990	75.55	0#1	Buy	13.12.1990	77.41	(\$2425.00)
0#1	Buy	13.12.1990	77.41	0#2	Sell	17.12.1990	76.41	(\$1350.00)
0#2	Sell	17.12.1990	76.41	0#1	Buy	22.01.1991	77.95	(\$2025.00)
0#1	Buy	22.01.1991	77.95	0#2	Sell	22.02.1991	76.42	(\$1812.50)
0#2	Sell	22.02.1991	76.58	0#1	Buy	16.05.1991	68.17	\$10412.50
0#1	Buy	16.05.1991	68.17	0#2	Sell	23.05.1991	66.63	(\$2025.00)
0#2	Sell	23.05.1991	66.63	0#1	Buy	24.07.1991	64.8	\$3087.50
0#1	Buy	24.07.1991	64.08	0#2	Sell	17.10.1991	65.65	\$1862.50
0#2	Sell	17.10.1991	65.65	0#1	Buy	04.11.1991	68.08	(\$3137.50)
Net Profit&Loss								\$14725.00
0#1	Buy	04.11.1991	68.08	open position				\$6150.00

**Рис. 6-3. Протокол сделок.**

Например, если модель представляет собой простое пересечение цены закрытия со скользящей средней, убедитесь, что она покупает каждый раз, когда сегодняшнее закрытие выше скользящей средней, и продает каждый раз, когда сегодняшнее закрытие ниже скользящей средней. Если это не так, внесите необходимые исправления и перезапустите этот тест.

## Резюме

Итак, предварительное тестирование состоит из двух частей:

Выборочная проверка вручную различных компьютерных вычислений правил и формул.

Подтверждение каждой сделки.

После того как эти две важные проверки выполнены, переходите к следующему шагу.

## Проверка теории

Теперь эффективность торговой модели должна быть оценена с точки зрения теоретических ожиданий (См. Рис. 6-4). Необходимо определить, подтверждает ли в целом предварительное тестирование базовую теорию или противоречит ей. Предположим, что теоретическая установка модели — торговать свингами средней величины с задержкой, чтобы избегать ложных сигналов. Такая модель должна иметь несколько очевидных характеристик: среднее число сделок, пониженное число ложных входов, и умеренно крупные прибыли. Если эффективность торговой модели в общем соответствует этому профилю, то модель показывает результаты, соответствующие теоретическим ожиданиям. Переходите к следующему шагу.

Однако если торговая эффективность сильно отклоняется от указанного профиля (например, сделки слишком длительные, прибыли небольшие или возникает слишком много убытков), необходимо выяснить причину. Была ли ошибка теоретической? Если это так, то не дает ли странная прибыльность этой системы-«мутанта» оценить ее в качестве совершенно другой торговой системы? Проводя исследование, имейте в виду, что многие важные научные открытия были результатами ошибок. Если оценка вас устраивает, исследуйте данную систему как новую. Если не устраивает, пересмотрите структуру модели. Переделайте торговую модель, сохраняя теоретические соображения, которые легли в ее основу. Повторите процесс тестирования. Не прекращайте поиск недостатков из-за того, что один из них уже найден; выполняйте всю последовательность указанных действий до тех пор, пока это возможно.

Посмотрите, не являлись ли ценовые данные крайне «враждебными» по отношению к теории, лежащей в основе данной торговой модели. Это может быть причиной расхождения между теоретическими ожиданиями и эмпирическими результатами. Например, не велась ли торговля по системе следования за трендом на ценовых данных, включающих продолжительный период застоя? Если так, то это позволит избежать необходимости ошибочного отказа от данной торговой модели. Причина отказа от модели обоснована, если теория предсказывала в «штормовых погодных условиях» другую эффективность. Что и происходит в действительности, когда модель тестируется на исключительно неблагоприятных данных. Если эффективность соответствует теоретическим ожиданиям для условий такого типа, тестирование может быть продолжено. Если нет, вернитесь к этапу разработки системы и оцените торговую модель в свете этой новой информации. Проведите повторное тестирование, если структурные изменения системы помогут решить эту проблему. Если нет, то от модели следует отказаться.





Рис. 6-4. Проверка теории.

## Проверка эффективности

Первый тест торговой системы — вычисление прибыли и убытка на отрезке ценовой истории значительной продолжительности, а именно, на годовом отрезке для краткосрочной системы, на двухлетнем — для среднесрочной и на пятилетнем — для долгосрочной (См. Рис. 6-5). Этот первый тест дает предварительное представление о прибыли и риске. Основное правило — исходить из ожиданий годовой прибыли, равной марже, требуемой для торговли на данном рынке. Риск не должен превышать годовую прибыль. В тесных рамках данного этапа было бы некорректным придавать большое значение показателю прибыльности (См. Рис. 6-6).

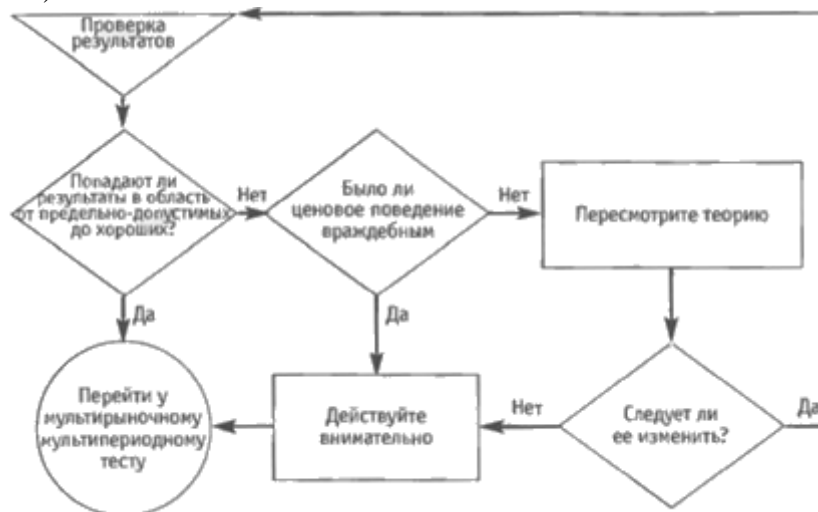


Рис. 6-5. Проверка результатов.

Эффективность приемлема, если она дает предельно допустимую прибыль или убыток. Предельно допустимая эффективность включает доходности, находящиеся на уровне или немного ниже предварительных ожиданий. Тест, дающий очень высокую прибыль и точность при очень низком риске, выглядит обещающе, особенно если его профиль весьма близок к теоретическим ожиданиям. В обоих этих случаях тест следует считать успешным. Переходите к следующему раунду тестирования.

Эффективность, соответствующая необычайно высокому убытку, есть тревожный знак. Как обсуждалось ранее, это может быть вызвано слишком «враждебными» рыночными условиями. Если определен именно такой случай, переходите к следующему раунду тестирования (См. Рис. 6-7).

Advanced Trader V1.09 Analysis Report						
Contract Traded	: Swiss Franc	D 03/92	06/02/89 - 12/31/91			
Script Name	C:\PARD\RPAT\MA00.LOG					
Trades Analyzed	All					
Dollar Factor	: 1250.00	Beg. Balance	: 25000.00	Interest	:	0.00
Comission	: 50.00	Slippage	: 50.00	Margin	:	10000.00
Maximum Lots	: 1	Equity Limit	: 0.00	Max. Positions	:	0
Inside Days Filter	:	No	:	Outside Days Filter	:	No
Extreme Outside Filter	:	No	:	Exreme Outside Day Perc	:	1000
Period of Daily Range Ave	:	10	:	Peak & Valley Level	:	1
Net Profit/Loss	\$	14725.00				
Total Profit	\$	31825.00	Total Loss	\$	-17100.00	Avg. Trade \$ 775.00
	# Trades	Maximum	Minimum	Average		
Total	19	Win 8/ 42%	Loss 11/ 57%			
Win	8	10412.50	12.50	3978.13		
Win Runs	5	10412.50	300.00/ 1	6365.00/ 1		
Loss	11	-3137.50	-37.50	-1554.55		
Loss runs	6	-7612.50/ 4	-950.00/ 1	-2850.00/ 1		
Win/Loss Ratio		3.32	0.33	2.56		
Open Equity	\$	6150.00	Open Equity Drawdown	..\$	-3225.00	
Max. Balance Drawback	..\$	-7612.50	Max. Equity Profit	.....\$	17862.50	
Reward/Risk	1.93 TO 1	Annual rate of return		...	46.89	
Profit Index	1.86					
Pessimistic Margin	-16.83	Adjusted Pess. Margin		...	-89.37	
Pess. Month Avg	-24.42	Pess. Month Variance		...	26.96	
Monthly Net PL Large	10412.50/9102	Monthly Net PL Small		...	-5800.00/9012	
Monthly Net PL Avg	1132.69	Modified Pess. Margin		...	-89.37	

Рис. 6-6. Отчет об анализе — предварительные прибыли.

Advanced Trader V1.09 Analysis Report					
Contract Traded	: Swiss Franc	D 03/92	06/02/89 - 12/31/91		
Script Name	C:\PARD\RPAT\MA00.LOG				
Trades Analyzed	All				
Dollar Factor	: 1250.00	Beg. Balance	: 25000.00	Interest	: 0.00
Comission	: 50.00	Slippage	: 50.00	Margin	: 10000.00
Maximum Lots	: 1	Equity Limit	: 0.00	Max. Positions	: 0
Inside Days Filter	: No	Outside Days Filter	: No		
Extreme Outside Filter	: No	Exreme Outside Day Perc	: 1000		
Period of Daily Range Ave	: 10	Peak & Valley Level	: 1		
Net Profit/Loss	\$ -38287.00				
Total Profit	\$ 75037.50	Total Loss	\$ -113325.00	Avg. Trade	\$ -158.21
	# Trades	Maximum	Minimum	Average	
Total	242	Win 96/ 39%	Loss 146/ 60%		
Win	96	5275.00	12.50	781.64	
Win Runs	59	5275.00	12.50/ 1	1271.82/ 1	
Loss	146	-3325.00	0.00	-776.20	
Loss runs	58	-9287.50/ 12	-25.00/ 1	-1953.88/ 2	
Win/Loss Ratio		1.59	12.50	1.01	
Open Equity	..\$ -4150.00	Open Equity Drawdown	..\$ -4450.00		
Max. Balance Drawback	..\$ -40837.50	Max. Equity Profit	.....\$ 762.50		
Reward/Risk	0.00 TO 1	Annual rate of return	...	95.32	
Profit Index	0.66				
Pessimistic Margin	-553.25	Adjusted Pess. Margin	...	-600.99	
Pess. Month Avg	-42.10	Pess. Month Variance	...	31.07	
Monthly Net PL Large	6537.50/9102	Monthly Net PL Small	...	-7262.50/9008	
Monthly Net PL Avg	1235.08	Modified Pess. Margin	...	-600.99	

Рис. 6-7. Модель, потерпевшая неудачу.

Если этот крупный убыток возникает при рыночных условиях, которые не были чересчур необычными, или, что еще хуже, при рыночных условиях, идеальных для данной торговой модели — от такой стратегии следует отказаться, даже не переходя к последующим стадиям. В данном случае теория явно ошибочна. Например, модель скользящей средней, теряющая деньги на сильном тренде — плохая модель. Единственная причина, которая может помешать полностью отказаться от данной модели на этой стадии — узкий диапазон тестирования. Если есть основания полагать, что данная ситуация была аномальной, переходите к следующему раунду тестирования. Если нет, покиньте корабль. Вернитесь к чертежной доске.

## Мультирыночный и мультипериодный тест

Мультирыночный мультипериодный тест — это распространение проверки эффективности на другие рынки и другие исторические данные (См. Рис. 6-8). Тест выполняется на одном наборе отобранных параметров модели, на множестве различных рынков и на разных исторических периодах для каждого рынка. Цель мультирыночного мультипериодного теста — получить предварительное представление об устойчивости модели и более широкий взгляд на ее прибыльность, чем на предыдущих тестах.

Тест торговой модели на множестве различных рынков предполагает, что торговая модель задумывалась как модель для многих рынков. Безусловно, существуют валидные торговые модели, предназначенные для работы на конкретных рынках. В этом случае необходимо выполнить мультипериодный тест, а мультирыночный следует игнорировать.

Если торговая модель является моделью для любого рынка, то лучше всего выбрать 10 рынков, в достаточной степени отличных друг от друга. Выбор S&P500, Индекса NYSE и Индекса Major Market представляет собой слабую диверсификацию. По той же причине следовало бы отказаться от выбора для данной стадии тестирования швейцарского франка, немецкой марки и японской йены.

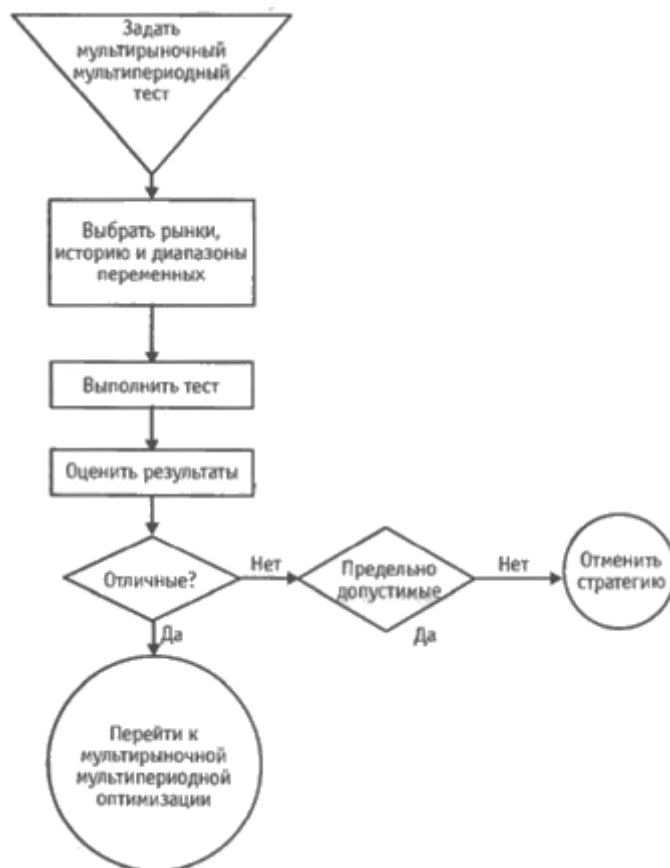


Рис. 6-8. Мультирыночный мультипериодный тест.

### Выбор корзины

Критерий, определяющий степени различия между выбираемыми рынками должен учитывать как статистическую корреляцию, так и фундаментальную разнородность. Вычисление коэффициента корреляции между ценами закрытия двух рынков будет измерять степень их сходства. Если коэффициент корреляции равен +1, эти рынки абсолютно коррелированы и должны быть исключены. Если коэффициент отрицательный, они имеют обратную корреляцию и их можно включить в корзину. Коэффициент между 0 и +0.5 показывает, что эти рынки коррелируют слабо и могут быть включены в мультирыночный тест.

Выбор тестовой корзины по известным фундаментальным показателям намного легче и может оказаться очень полезным. В основе рынков кофе, крупного рогатого скота и фондового рынка лежат разные фундаментальные условия, что делает их хорошими кандидатами на включение в один портфель. Также полезно обратить внимание на взаимосвязи между этими рынками при определенных условиях, таких как сильный доллар США или инфляция.

Хорошая тестовая корзина может состоять из кофе, хлопка, сырой нефти, золота, грудинной свинины, соевых бобов, S&P500, сахара, швейцарского франка и Т-бондов. Тестовая корзина меньшего размера может включать кофе, хлопок, сырую нефть, S&P500 и Т-бонды. Если вы намерены торговать с помощью данной модели диверсифицированным портфелем, то предварительная корзина должна быть как можно более разнородной.

### Выбор периода

Следующий шаг — определить минимальное число лет ценовой истории для каждого рынка, на котором вы будете тестировать торговую модель. Чем оно больше, тем лучше. Десять лет ценовых данных для одного рынка обеспечивают очень хороший тест. Пять лет — это минимум, позволяющий получить приемлемый объем торговой выборки и некоторый набор типов рынка. В отобранных данных должно быть хотя бы по одному бычьему, медвежьему и боковому рынку.

Первый вопрос, на который необходимо ответить — достаточно ли доступных данных для целей тестирования. В случае фьючерсов на S&P — не достаточно. Торговля ими началась в 1983 году. Тем, кто стремится быть максимально педантичным, можно взять спотовые цены S&P за те годы, когда фьючерсы на S&P еще не торговались. Для девяти остальных элементов корзины данные существуют. Если вы хотите провести тест на периоде 20 лет, следует исключить из корзины все финансовые фьючерсы, торговля которыми началась лишь в середине 1970-х. Следовательно, количество тестируемых данных связано с их доступностью. Структура и метод тестирования должны разрабатываться с учетом этих ограничений. Если для долгосрочного теста по фьючерсам на S&P требуются данные до 1983 года, для этого периоды вы можете

использовать данные по наличному индексу S&P. В следующей таблице представлены данные по ценам фьючерсов, доступные через систему Technical Tools:

Aluminium	08.12.1983	Oats	07.08.1974
Australian Dollar	13.01.1987	Orange Juice	22.08.1972
British Pound	13.02.1975	Palladium	01.11.1982
Canadian Dollar	17.01.1977	Platinum	22.08.1972
Cocoa (Metric)	19.12.1979	Pork bellies	18.03.1969
Coffee	17.08.1973	Rough Rice	20.08.1986
Copper	22.08.1972	Russell 2000	10.09.1987
Copper, Higi Grade	01.08.1988	S&P 500 Index	21.04.1982
Consumer Price	21.06.1985	Silver (COMEX)	29.07.1971
Corn	15.02.1968	Silver, 1000 oz	24.07.1981
Corporate Bond	28.10.1987	Silver, 5000 oz	07.08.1974
Index	23.08.1972	Swiss Franc	13.02.1975
Cotton	12.06.1988	Soybeans	02.02.1968
CRB Index	30.03.1983	Soybean Meat	06.02.1968
Crude Oil	01.02.1982	Soybean Oil	04.03.1968
Eurodollar	07.01.1986	Sugar #11	04.10.1971
European Curr Unit	03.10.1988	T-bills	06.01.1976
Federal Funds	03.06.1976	T-bonds	21.09.1977
Feeder Cattle	13.02.1975	T-bonds (day only)	21.09.1977
German Mark	31.12.1974	T-bonds (Midam)	10.12.1987
Gold (COMEX)	07.01.1983	T-note (5 yr)	06.05.1987
Gold, Kilo	06.05.1979	T-note (5 yr, CBT)	20.05.1988
Heating Oil	03.11.1976	T-note (10 yr)	03.05.1982
Japanese Yen	21.08.1987	T-note (day only)	03.05.1982
Liquid Propane	23.06.1969	Unleaded gasoline	03.12.1984
Live Cattle	25.06.1969	US Dollar Index	20.11.1985
Live Hogs	16.11.1972	Value Line Index	24.02.1982

### Сегментирование данных

Другой вопрос, требующий решения — тестировать ли данные единым куском или как серию более мелких кусков. Тестирование данных единым большим массивом с точки зрения статистики выглядит более предпочтительным. Однако этот подход может скрывать некоторую важную информацию, а именно, как разные периоды соотносятся друг с другом? Модель, приносящая \$100,000 за 10-летний период, на первый взгляд выглядит превосходно. Но что, если такая прибыль была обеспечена одним-двумя очень хорошими годами, а другие восемь лет были убыточными или были близки к предельно допустимой эффективности? Следовательно, лучше тестировать весь этот временной период в несколько меньших интервалов. Хорошим было бы деление 10-летнего периода на пять 2-летних отрезков. Если данная торговая модель более долгосрочная и генерирует слишком мало сделок, чтобы обеспечить статистическую валидность на 2-летнем периоде, более подходящими могут быть 3-х или 4-летние интервалы. Более подробно это обсуждается в Главе 7, «Оптимизация торговой системы».

### Тестирование

После того как эти вопросы разрешены, вы имеете выбранную корзину рынков и исторических периодов. Тестовая корзина должна соответствовать предложенному групповому разбиению, и тестирование должно выполняться как минимум на 10-летней истории для каждого рынка, разбитой на пять 2-летних периодов и представленной дневными данными. Такой исторический диапазон включает значимый набор различных типов рынка и рыночных условий.

Мультипериодный мультирыночный тест использует одни и те же значения параметров торговой модели для каждого рынка и каждого временного периода. Данный тест несложен. Торговая модель тестируется на каждом из пяти временных периодов и на каждом из 10 рынков, входящих в корзину. Эффективность модели на каждом рынке и на каждом периоде вносится в таблицу и оценивается.

Особая цель этого теста — получить общее представление о прибыли и риске. Нельзя сразу ожидать от торговой модели, разрабатываемой для оптимизации, получения пиковой эффективности на многих рынках и временных периодах с помощью всего лишь одного набора «разумных» параметров модели. Тем не менее, можно ожидать, что устойчивая и работоспособная модель будет показывать на таком тесте, охватывающем диапазон рынков и исторических периодов, умеренно-хорошую эффективность. От модели, в целом демонстрирующей низкую эффективность, в этот момент следует отказаться.

Предельно-допустимая эффективность — это примерно равная смесь небольших прибылей и небольших убытков на корзине, включающей разные рынки и разные временные сегменты. Если имеет место такая ситуация, данная система вызывает сомнения. В лучшем случае данная ситуация свидетельствует, что модель имеет компоненты, достижение эффективности по которым зависит от адаптации к конкретным рынкам и условиям. Об этом свидетельствовала бы модель, показывающая хорошую прибыль при условиях, соответствующих ее стилю, и убытки при трудных для нее условиях. Такая модель заслуживает дальнейшей проработки. Этот же случай может иметь место, когда модель демонстрирует отсутствие связи между эффективностью и рыночными условиями. Такую модель, вероятно, на данном уровне тестирования следует отвергнуть. Но если такому поведению модели есть какое-то здравое объяснение, имеет смысл перевести ее на следующий уровень тестирования.

Если модель показывает крупные убытки на всей корзине и на всей истории, то она плоха, даже при наличии случайных всплесков эффективности. Покиньте корабль. Безоговорочно.

Эффективность модели, демонстрирующей большую прибыль при низком риске на всей корзине и истории, очень обнадеживает. Отличные ранние результаты обещают прибыль и дают почву для оптимизма. Конечно, необходимо дальнейшее тестирование.

# Глава 7

## Оптимизация торговой системы

Как только торговая модель прошла мультирыночный и мультипериодный тест, она готова к оптимизации. Структура оптимизационных тестов аналогична структуре тестов, представленных в предыдущей главе; однако в одном очень важном отношении эти тесты отличаются. В течение оптимизации эффективность модели будет вычисляться на многочисленных различных значениях ключевых параметров модели.

Прежде чем представить технологию оптимизации, необходимо исследовать цель оптимизации и ее ограничения. Вспомните определение из «Словаря Американского Наследия», приведенное в Главе 2: «Оптимизировать: Сделать использование чего-либо наиболее эффективным».

Согласно этому определению, оптимизировать торговую систему значит сделать ее использование наиболее эффективным. Как оптимизация достигает этого? Путем эмпирической проверки и оценки всех возможных переменных модели. Напомним, что торговая система состоит из правил, формул и переменных. Правила и формулы задают структуру модели. Можно сказать, что они являются ее скелетом. Переменные вдыхают в эту систему жизнь. Возможно, их следует рассматривать как ее кровь.

Разные значения параметров торговой модели могут приводить к кардинально отличающимся результатам по прибыли и риску. В идеале у наиболее устойчивой модели при разных значениях параметров должна меняться лишь величина прибыли. На практике у многих оптимизируемых торговых систем прибыльность или убыточность системы может зависеть от разных наборов параметров. Именно поэтому столь важна правильная оптимизация.

Неправильная оптимизация может приводить к подстройке и другим серьезным ошибкам. Если вы упустили из виду эти ошибки, то полученная торговая модель будет показывать очень хорошие результаты в процессе оптимизации и очень плохую эффективность в реальной торговле. Это главная причина того, почему методы правильной оптимизации крайне важны для успешной торговли.

В этой главе будет представлена технология оптимизации. Для понимания методологии грамотной оптимизации необходимо хорошо разобраться во всех вопросах, поставленных в Главе 4. В Главах 8, 9 и 10 будут представлены полезные подробные руководства, касающиеся других важных аспектов оптимизации.

### Оптимизация

Для описания оптимизационного процесса можно использовать несколько одинаково необходимых терминов: тестовая связка (test batch), тестовый прогон (test run), сканирование переменных, вычислительный процесс и т.д. В этой книге слово оптимизация будет означать отбор параметров. Цель оптимизации — найти значения параметров модели, которые будут давать пиковую эффективность торговли в реальном времени.

Заметьте, что акцент сделан на «пиковую эффективность» торговли и торговли именно в реальном времени. Такое фокусирование может показаться очевидным; к сожалению, на практике многие оптимизаторы на самом деле не достигают данных целей. Такие пользователи программного обеспечения для трейдинга по недоразумению полагают, что результат оптимизации, дающий наибольшую прибыль, и торговая модель, имеющая пиковую эффективность в реальной торговле, есть одно и то же.

Такой сценарий возможен. Однако если оптимизация использует недостаточную выборку данных, то она скорее всего даст слишком маленькую выборку сделок, чтобы обеспечить статистическую значимость. Если оптимизация выполнена на нерепрезентативной выборке данных, модель с большой вероятностью покажет плохие результаты, когда неожиданно столкнется с другими условиями рынка или тренда. Если число степеней свободы ограничено слишком многими условиями, статистическая валидность результатов оказывается под вопросом. Если топ-модель, найденная во время оптимизации, представляет «всплеск» прибыли, а не вершину пологого округлого холма, при смене ценовых паттернов данная модель будет малоустойчивой. Если модель не подвергалась форвардному тестированию, нельзя быть в достаточной степени уверенным в ее способностях торговать в реальном времени. Модель, являющаяся результатом небрежной и неполной оптимизации, скорее всего приведет при реальном трейдинге к существенным убыткам.

Когда оптимизацию пытаются проводить, игнорируя надлежащие статистические принципы и процедуры, такая оптимизация может быстро деградировать до явления, обычно называемого «настройкой на кривую» (curve fitting). Среди разработчиков статистических моделей широко известно, что увеличивая число переменных, можно построить кривую, которая будет соответствовать любому числу точек данных.



Поскольку кривая, полученная с помощью процедур моделирования, слишком точно настроена на прошлые данные, нет никаких гарантий того, что она будет хорошо предсказывать будущее движение. Точность настройки отнюдь не предполагает лучшей предсказательной силы. В нашей работе часто все как раз наоборот.

При использовании статистического метода модель, которая лучше всего соответствует большой и репрезентативной выборке данных при достаточном числе степеней свободы, имеет устойчивые параметры и прошла форвардный анализ, будет лучшим предсказателем будущего поведения рынка.

## Основы оптимизации

Технология оптимизации проста, однако, она требует осторожности и аккуратности (См. Рис. 7-1). У оптимизации есть пять составляющих: (1) отбор параметров модели и (2) установка диапазонов их сканирования; (3) должен быть установлен объем выборки; (4) для нахождения лучшей модели должен быть задан правильный метод оценки; (5) должен быть выбран критерий оценки тестового прогноза в целом.



Рис. 7-1. Основы оптимизации.

## Отбор параметров

В процессе оптимизации следует использовать параметры модели, оказывающие наибольшее влияние на ее эффективность. Если параметр слабо влияет на эффективность, нет оснований де лать его кандидатом на оптимизацию. Вместо этого ему следует присвоить на время оптимизации фиксированное значение (константу).

Если относительная значимость параметров модели неизвестна, для ее определения необходим дополнительный шаг. Простейший способ сделать это — сканировать пригодный (релевантный) диапазон параметров для каждой переменной модели, один за раз. Если сканирование этого диапазона параметров показывает сильное изменение, то этот параметр значим. Если же сканирование показывает небольшое изменение эффективности или отсутствие такового, данная переменная не является значимой. Кроме того, при этом возникает вопрос, нужна ли вообще эта переменная в торговой модели. Опираясь на результаты предварительного сканирования, вы можете зафиксировать значения подобных параметров или исключить их из модели.

## Выбор диапазона сканирования

При выборе пригодного диапазона для тестирования параметра руководствуйтесь двумя принципами. Первое, диапазон должен соответствовать данному индикатору, правилу или модели. Другими словами, сканирование диапазона от 1 до 1000 дней для краткосрочной скользящей средней противоречит понятию

краткосрочности (обычно от 3 до 10 дней) и выходит далеко за рамки обычного диапазона, применяемого для скользящих средних (например, от 3 до 200 дней). Для краткосрочной скользящей средней более разумным был бы диапазон сканирования от 1 до 13 дней.

Необходимо контролировать и время вычислений, требуемое тем или иным диапазоном сканирования. Это становится особенно важным при сканировании нескольких переменных. Для сканирования диапазона скользящих средних от 1 до 13 дней с шагом 2 требуется всего семь тестов, что с точки зрения времени вычислений незначительно, независимо от скорости выполнения отдельных тестов. Сканирование диапазона от 1 до 200 с шагом 1 требует уже 200 тестов, что более чем в 28 раз больше, чем при первом сканировании. И это теряет смысл, если данный параметр слабо влияет на эффективность или если сканируемые значения выходят за рамки нормального диапазона.

Размер шага, с которым сканируется диапазон, важен не только с точки зрения потребности в машинном времени. Слишком тщательное сканирование переменной может израсходовать не только компьютерное время; оно может по невнимательности привести вас к «настраиванию на кривую», особенно если вами не были приняты надлежащие меры предосторожности от выбора всплеска прибыли вместо холма прибыли. Валидным было бы сканирование краткосрочной скользящей средней от 1 до 13 дней с шагом 1 день.

Сканирование долгосрочной скользящей средней от 10 до 200 Дней с шагом 1 день будет повышать вероятность подстраивания под кривую, снижать валидность результатов и увеличивать время на получение результатов. Причина этого в том, что 5-процентное изменение этой средней при длине 100 дней дает средние с периодами 95 и 105. Сравните это с 5-процентным изменением при периоде 20 дней, которое дает 19-дневную и 21-дневную средние. Тесты на периоде 100 чаще в 5 раз.

### **Выбор данных**

Отбор подходящих данных подчиняется двум правилам: объем выборки должен быть достаточно большим, чтобы обеспечить статистическую валидность, и выборка должна включать достаточно широкий диапазон рыночных условий. Эти факторы также взаимосвязаны. Объем тестовых данных должен быть достаточным для генерации статистически значимой выборки сделок. В идеале, в выборке должно быть как минимум 30 сделок, и чем больше, тем лучше.

Некоторые правила «потребляют» данные, сокращая число степеней свободы, следовательно, объем выборки данных и число генерируемых сделок должен быть достаточно большим, чтобы удовлетворять ограничениям со стороны торговой модели и процесса оптимизации.

Рассмотрим следующий пример. Торговая модель, использующая 2 скользящих средних, тестируется на выборке данных за 200 дней. Самая длинная скользящая средняя может иметь период 50 дней. Для ее вычисления используются данные за 50 дней, что приводит к «потреблению» 50 степеней свободы. При этом остается лишь 150 дней, которые могут генерировать сигналы. Если генерируется 5 сделок, мы имеем 2 скользящих средних, стоп-лосс, и т.д... (т.е., 5 правил продуцируют 5 сделок). Следовательно, этот тест должен быть либо отменен, либо модифицирован. Модифицировать его можно путем увеличения числа точек данных в выборке, сокращения периода длинной скользящей средней в данном тесте или исключением ограничивающих правил.

Выполнение второго принципа может оказаться более трудным. Выборка данных должна быть репрезентативной относительно рынка в целом. Она должна содержать как можно больше типов тренда, паттернов и ситуаций: бычьих, медвежьих, застойных и циклических. Она также должна содержать максимально возможное число различных уровней волатильности: высоких, средних и низких.

Руководствуйтесь этими принципами. Включайте как можно более разнообразные ценовые данные и используйте объем выборки, соответствующий стилю данной модели. Это правило наибольшей и максимально общей возможной выборки. Если данный подход оказывается непрактичным, берите как можно больше данных, подобных текущим рыночным условиям. Это правило наиболее пригодной доступной выборки.

### **Выбор метода оценки модели**

Принципы выбора метода оценки — целевой функции или тестового критерия — уже были подробно описаны в Главе 5, «Поиск и оценка». На этой стадии оптимизации необходимо выбрать метод оценки. Цель — использовать метод оценки, отбирающий в процессе оптимизации наиболее устойчивую модель. В зависимости от требований, предъявляемых разными типами торговых моделей, методы оценки тоже могут быть разными.

### **Выбор метода оценки тестовых результатов**

Результаты оптимизации тоже требуют оценки. В первую очередь, необходимо оценить их на статистическую значимость. Вспомните, что 1% всех тестов будет иметь «высокую значимость», а 5% всех тестов будут статистически «значимыми». Это означает, что если найдена топ-модель, и лишь 1% или

примерно \% всего тестового прогона оказывается прибыльным, то, по всей вероятности, данная топ-модель в статистическом плане является несостоятельной, а потому, скорее всего, не будет достаточно устойчивой. Аналогично, если лишь 5% всего теста будут иметь предельно-допустимую прибыльность, такая топ-модель также скорее всего будет статистической аномалией, не имеющей достаточной устойчивости.

Следовательно, чтобы иметь к найденным топ-моделям какое-то доверие, средний результат всех тестов должен быть прибыльным, и результат на одно стандартное отклонение ниже среднего тоже должен быть прибыльным. Чем выше процент очень прибыльных моделей, тем выше вероятность, что эта торговая модель состоятельна, если, конечно, тестовый диапазон был достаточно широким. У хорошей модели много прибыльных комбинаций параметров.

Второй способ оценки оптимизационного прогона — по «форме» пространства результатов. Если топ-модель представляет всплеск прибыли, что является другим типом аномалии, то от нее следует отказаться. При минимальной смене параметров такая модель превращается из прибыльной в убыточную. На Рис. 7-2 прибыль системы торгующей «по пробую» резко возрастает и падает в окрестности 75-процентной волатильности, формируя неустойчивый всплеск прибыли.

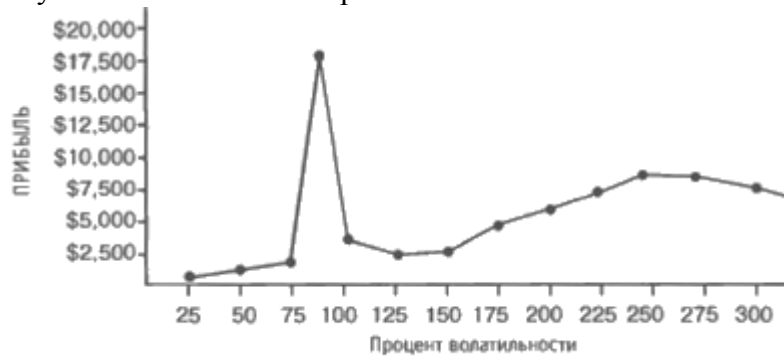


Рис. 7-2. Всплеск прибыли.

Процесс оптимизации должен отбирать топ-модель, располагающуюся на вершине плавно снижающегося «холма прибыли». Эффективность такой модели будет показывать лишь небольшое сокращение прибыли при небольших и средних изменениях параметров. У очень устойчивых моделей даже очень сильное изменение параметров может привести лишь к значительному снижению прибыли, но не к убытку. Это обеспечивает стабильность результатов в реальной торговле. Такая модель с большой вероятностью будет эффективнее других моделей при более широком разнообразии будущих ценовых паттернов. На Рис. 7-3 прибыль торговой системы, использующей принцип пробы, постепенно растет и снижается как функция от переменной процента волатильности, формируя большую устойчивую область.

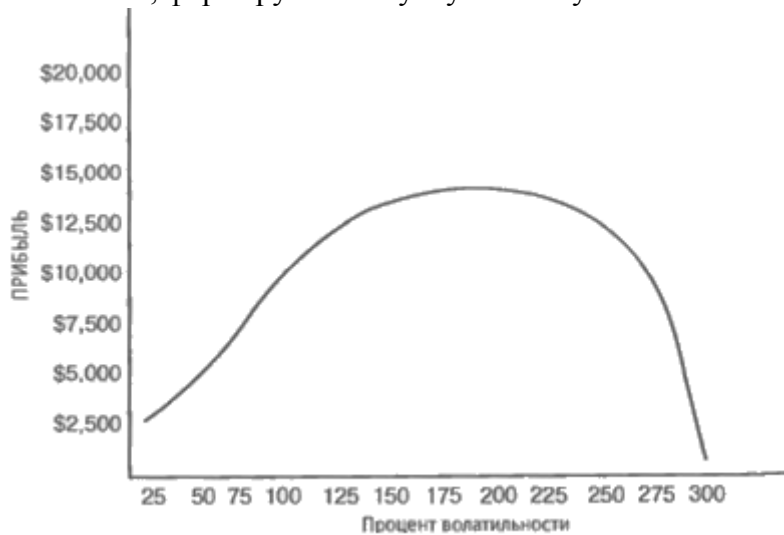


Рис. 7-3. Волатильность, в процентах.

## Резюме

Хорошая оптимизация должна начинаться с отбора включаемых в нее переменных — тех, которые наиболее значимы для результатов. Далее, для отобранных переменных должны быть определены подходящие диапазоны сканирования, как можно более широкие и распределенные таким образом, чтобы избежать нежелательного смещения. Необходимо определить надлежащий объем выборки данных, чтобы охватить как можно больше ценовых паттернов и трендов. Для выбора наиболее устойчивой модели необходимо использовать правильный метод оценки модели. Наконец, для выбора модели, которая условиях реальной торговли скорее всего будет иметь лучшую эффективность, необходимо использовать правильный критерий оценки тестовой связки. Валидная оптимизация может быть обеспечена лишь посредством выполнения всех этих шагов.

## Мультирыночная мультипериодная оптимизация

Структура мультирыночной мультипериодной оптимизации аналогична структуре мультирыночного мультипериодного теста, описанного в предыдущей главе. Ее цель — получить более точное представление о прибыли и риске, исходя из эффективности модели с оптимальными параметрами (См. Рис. 7-4).

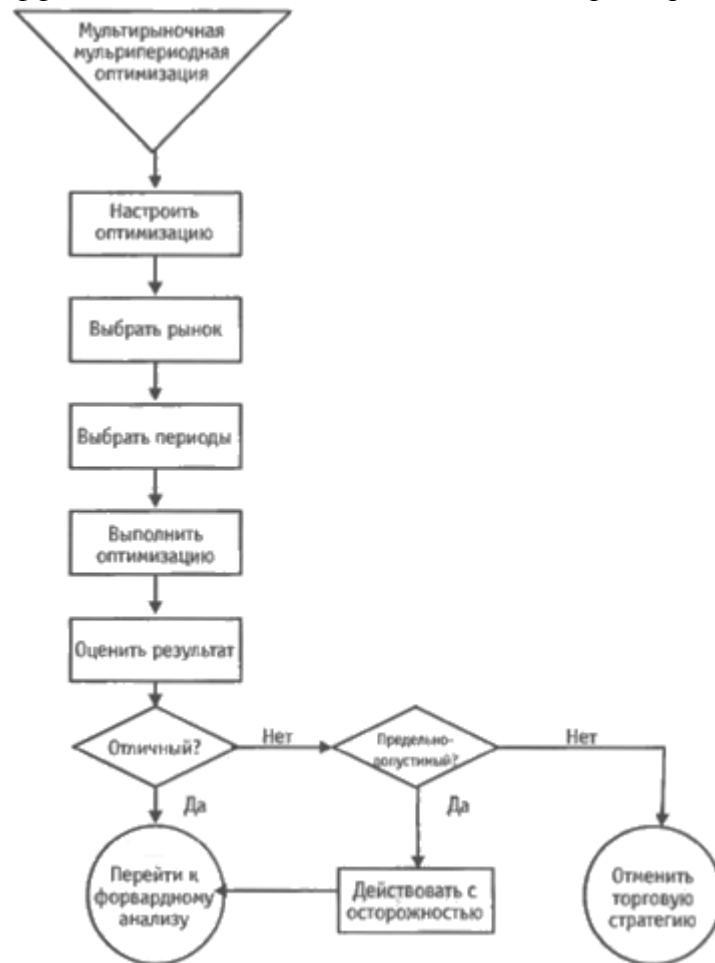


Рис. 7-4. Мультирыночная и мультипериодная оптимизация.

Чтобы определить универсальность и устойчивость торговой модели, ее оптимизируют на диверсифицированной корзине рынков. Чем больше рынков, на которых модель может торговать, тем она полезней. Не столь очевидно то, что чем больше рынков, на которых модель может торговать хорошо, тем она устойчивей. Тестирование на более широкой базе обеспечивает большую статистическую валидность. Есть и другое соображение. Торговая модель, которая может давать хорошие результаты на диверсифицированной корзине рынков, чаще основана на более общем принципе ценового поведения. Модель, эффективная лишь на одном рынке, всегда вызывает подозрения, если только она не была с самого начала предназначена для работы на этом рынке.

Также проводится оптимизация модели на наборе разных временных параметров. Тренды меняются. Волатильность меняется. Ликвидность меняется. Фундаментальные условия спроса и предложения тоже меняются. Следовательно, модель, торгующая хорошо лишь на некоторых временных периодах и плохо — на остальных, требует дальнейших исследований. Была ли ценовая активность в периоды плохой эффективности модели исключительно неблагоприятна для нее? Если да, то, возможно, модель все еще требует переосмысления. Если ценовая активность была нормальной, но просто непредусмотренной, то возможно наличие какого-то изъяна в строении модели. Подобным образом, могла иметь место ценовая активность, исключительно благоприятная для данной торговой модели. При таких условиях эффективность торговой модели окажется хорошей. Но поскольку эти условия были исключением, такую эффективность нельзя считать типичной.

Как будет выглядеть такой оптимизационный тест? Для одного рынка он будет следующим:

Оптимизировать фьючерсы на Т-бонды

Сканировать скользящую среднюю от 1 до 31 дня с шагом 2 пункта

Сканировать стоп-лосс от 1 пункта до 6 пунктов с шагом 1 пункт

Общее число сканирований в оптимизации: 96

Сделать это на ценовых периодах: с 1981 по 1982  
с 1983 по 1984

с 1985 по 1986

с 1987 по 1987

с 1989 по 1990

Общее число сканирований для 5-летней оптимизации: 480

Примените этот же 5-периодный тест, состоящий из 128 сканирований, к остальным 9 рынкам, входящим в корзину: кофе, хлопок, сырая нефть, золото, грудинная свинина, соевые бобы, S&P500, сахар и швейцарские франки.

Общее число сканирований для 10-рыночной 5-периодной оптимизации — 4800.

### **Как модель реагирует на оптимизацию?**

Первый шаг — необходимо посмотреть, какова реакция модели на оптимизацию. Всегда существует шанс, что параметры модели, выбранные априори на первом тесте, действительно будут оптимальными. Однако вероятность этого для 10-рыночного 5-периодного теста крайне мала. Это одна из причин объема и диапазона такого тестового цикла; он должен быть достаточно широким, чтобы обеспечить оптимальные параметры в рамках его границ.

Средняя эффективность мультирыночной мультипериодной оптимизации должна улучшаться по сравнению с эффективностью мультирыночного мультипериодного теста. Маловероятно, что выбранное случайно на первом тесте значение (параметра) даст пиковую эффективность. Это особенно очевидно при оптимизации нескольких переменных. Часто между несколькими переменными существует много взаимосвязей: вся степень этой синергии, измеряемой прибылью, оптимизацией, как правило, не раскрывается. По этим причинам околопиковый показатель прибыльности может быть обнаружен лишь в процессе мультирыночной мультипериодной оптимизации. В этом и состоит функция оптимизации.

Например, предположим, что средняя годовая прибыль для 1- рыночного 5-периодного теста составляет \$2,000. Разумно было бы ожидать для 1-рыночной 5-периодной оптимизации данного рынка более высокой годовой прибыли. К тому же, подобного улучшения годовой прибыли следует ожидать при оптимизации каждого рынка.

Эффективность всех тестов в каждой отдельной оптимизации следует рассматривать в связке, и она должна удовлетворять статистическому критерию, обеспечивающему валидность результатов. Как минимум 30% всех тестов в оптимизации должны быть равны или выше заранее заданного минимального порога эффективности, основанного на тестах более широкого диапазона. Более высокий процент прибыльных моделей в оптимизации указывает на более устойчивую торговую модель. Очень низкий процент прибыльных моделей может быть всего лишь всплеском прибыли и статистической аномалией, с малой или вовсе отсутствующей предсказательной ценностью.

Должны быть свидетельства того, что выбранная топ-модель окружена другими моделями с хорошими результатами и поэтому не является изолированным всплеском прибыли. Каждая оптимизация должна охватывать достаточно большую выборку данных и группу диапазонов сканирования переменных, которые обеспечат статистически значимое число степеней свободы. Каждую оптимизацию следует разрабатывать таким образом, чтобы она генерировала статистически валидное число сделок. Торговая эффективность должна удовлетворять важнейшему критерию равномерного распределения по выборке данных.

### **Что такое более высокая эффективность?**

Более высокая эффективность оценивается по трем параметрам. Основной мотив трейдинга — повышение годовой ставки доходности. Более высокая прибыль — это оценка суммы в долларах на инвестированную единицу капитала, получения которой можно ожидать. Однако для опытного трейдера снижение или стабилизация годового риска, измеряемого максимальным проседанием, значимо в такой же степени. Сокращение риска снижает требуемый торговый капитал. Это повышает доходность без повышения риска.

Процент выигранных сделок — другой важный показатель повышения эффективности. Более отточенная торговая модель может иногда приводить к увеличению размера средней сделки. Это также значительно расширяет «зону комфорта» трейдера. Большее чувство комфорта приводит к большей уверенности в модели. Это обеспечивает готовность следовать данной торговой системе и не пытаться оспаривать ее сигналы.

Средняя годовая эффективность торговли должна отныне находиться на приемлемом уровне по критериям стандартных инвестиций. Каждый трейдер должен определить для себя приемлемую норму прибыли для данного уровня риска, являющегося частью его торговой стратегии.

Например, инвестирование \$10,000 в казначейские векселя может давать 5-процентный доход без риска потери капитала. Это невысокая доходность, но она должна рассматриваться как «безрисковое» вложение. В отличие от этого, торговля десятками тысячами долларов на фьючерсах сопряжена с риском потери капитала. Убытки при этом могут быть очень большими, и существует риск, что они превысят первоначальное капиталовложение.



Поскольку риск фьючерсной торговли с высоким кредитным рычагом (левереджем) настолько высок, ее доходность должна быть намного выше доходности других, менее рискованных инвестиций. В глазах многих трейдеров 10-процентный годовой доход на торговый капитал был бы неприемлемым. При правильной разработке и тестировании торговой системы риск может быть обоснованно оценен в процентах от торгового капитала. Однако ввиду высокого левереджа и природы экономических ценовых шоков никогда нельзя исключить полную потерю торгового капитала. Всегда существует небольшая вероятность убытка, превышающего капитализацию, даже если в тестовых результатах такого не встретится никогда.

### Матрица решения

Если средняя прибыльность системы отрицательна, то система плохая. Дальнейшее тестирование не требуется. Вернитесь к стадии разработки. Однако если при переоценке системы определено, что диапазоны сканирования переменных были слишком узкими для адекватной оценки эффективности, то установите их правильно и повторите мультипериодную мультирыночную оптимизацию.

Если и пиковая, и средняя эффективность по прежнему остаются на предельно-допустимом уровне, данная система сомнительна и ее ценность, по всей вероятности, невелика. Желательно, чтобы каждый оптимизационный тест давал по меньшей мере небольшой процент прибыльных и предельно-допустимых по прибыльности тестовых результатов. Именно поэтому очень важно оценивать оптимизацию как по пиковой эффективности модели, так и по средней эффективности. Вероятно, при дальнейшем тестировании удастся выделить лишь остров хороших результатов. Вернитесь к стадии разработки.

Если средняя эффективность торговой системы соответствует критерию прибыльности, имеет приемлемый риск и выигрывает по сравнению с другими инвестиционными возможностями, система замечательна. Теперь данную торговую систему необходимо подвергнуть окончательному и решающему тесту: форвардному анализу. Переходите к последнему тесту.

### Форвардный тест

Что такое форвардный тест? Это двухшаговый процесс. Первый шаг состоит из традиционной оптимизации, описанной в предыдущих разделах. Сканируются параметры торговой модели. Значения параметров топ-модели оцениваются не только по прибыльности. Именно второй шаг характеризует форвардный анализ и является источником его необычных признаков.

Этот шаг является критерием оценки постоптимизационной эффективности. Совокупность значений параметров «лучшей» модели, найденная на первом шаге и определяемая целевой функцией, тестируется на дополнительном, смежном отрезке ценовой истории. Другими словами, топ-модель тестируется посредством имитации реальной торговли.

Повторим, что форвардный тест состоит из двух шагов. Сначала торговая модель оптимизируется на некотором историческом отрезке. Затем она «торгует» на новом отрезке истории. Такой тип тестирования также известен как вневыборочное тестирование или слепое тестирование. Форвардный тест — единственный метод, обеспечивающий точную картину постоптимизационной эффективности торговли.

### Цель форвардного теста

У форвардного теста три основных цели. Первые две имеют важное значение для завершения успешного цикла тестирования и оптимизации. Третья цель дает уникальную и очень полезную информацию, обеспечивающую достаточно точные измерения ожиданий прибыли и риска для реальной торговли.

Основная цель форвардного теста — определить, реальна ли эффективность оптимизируемой торговой модели или она является результатом подстройки. Эффективность торговой модели считается «реальной», если модель имеет предсказательную ценность или может эффективно реагировать на непредвиденное рыночное движение. Форвардный анализ также является методом определения того, какие параметры будут работать в будущем. Модель может быть хорошей, но не всегда могут быть найдены правильные ее параметры. Модель, разработанная должным образом, должна приносить прибыль в реальной торговле, в определенной степени соразмерной прибылям, полученным в процессе оптимизации. Если вы собираетесь использовать модель в реальной торговле, сначала она должна пройти форвардный тест.

Вторая цель форвардного теста — определить качество фактического оптимизационного процесса. Есть свидетельства, что даже хорошая модель может быть подстроена. Это могло произойти в результате ограничения степеней свободы слишком многими правилами, использования недостаточно большой выборки данных, сканирования слишком многих переменных или сканирования переменной очень мелким шагом.

Форвардный тест дает уникальную меру эффективности, называемую форвардным показателем эффективности (walk-forward efficiency). Этот показатель сравнивает годовую норму постоптимизационной прибыли с нормой прибыли выборочной оптимизации. В разделе «Какую норму прибыли следует ожидать?» этой главы показано, как вычислять форвардный показатель эффективности.



Модель является подстроенной, если она имеет низкий форвардный показатель эффективности; другими словами, ее форвардные результаты явно ниже результатов выборочного теста. Эта проблема решается путем диагностики и устранения одной из четырех причин подстройки, перечисленных ранее.

Если низкий форвардный показатель эффективности не связан с очевидной ошибкой, которая может быть исправлена, модель должна быть оценена так, как есть. Если торговая модель демонстрирует более низкую форвардную эффективность, трейдер должен либо отказаться от нее, либо готовиться к принятию данного уровня доходности.

Это приводит к третьей цели форвардного теста: измерению прибыльности и риска модели для определения ожиданий относительно реальной торговли. Идеально разработанная и оптимизированная торговая модель будет иметь при вневыборочном или постоптимизационном трейдинге аналогичную норму прибыли, что и при выборочном или оптимизационном тестировании. Если ее эффективность при вневыборочном тестировании значительно ниже, это может быть знаком подстройки. Работоспособная торговая модель может превысить оптимизационную эффективность, если постоптимизационные рыночные условия обеспечивают больший потенциал прибыли, чем условия оптимизации.

### Установки для форвардного теста

Форвардный тест — это двухшаговый процесс: первый шаг — оптимизация, второй — тестирование значений параметров топ- модели. Для форвардного теста необходимы диапазоны сканирования переменных, размер оптимизационного окна и размер торгового или тестового окна.

Размер оптимизационного окна определяется:

- доступностью данных;
- типом торговой системы;
- темпом торговли;
- релевантностью данных;
- долговечностью оптимизации.

Более того, размер оптимизационного окна может быть подобран эмпирически, путем проведения нескольких форвардных тестов посредством оптимизационных окон разного размера.

Другие факторы влияют на то, как долго можно будет торговать данной моделью до реоптимизации, или насколько большим должно быть торговое или тестовое окно. Эти факторы — последовательно изменяемые волатильность и свинги, сила и частота трендовых изменений, полнота модели.

Теоретически, если бы рыночные условия никогда не отличались от условий оптимизационного окна, повторная оптимизация модели вообще никогда бы не потребовалась. Однако на практике, с помощью модели, протестированной на двухлетних данных, можно торговать от трех до шести месяцев. Модель, построенная на данных за один год, может работать от одного до двух месяцев. Модель, построенная по шестимесячным данным, может оставаться работоспособной две-четыре недели. Форвардное торговое окно должно составлять приблизительно от 10% до 20% оптимизационного окна.

### Пример форвардного теста

В качестве иллюстрации рассмотрим следующий пример сканирования двух переменных, выполненного для торговой системы под названием Blast, на 48-месячном оптимизационном окне ценовых данных по фьючерсам на S&P500:

Ценовая история:	Фьючерс на S&P500
Размер оптимизационного окна:	48 месяцев
Исторический период:	01.07.1982 - 30.06.1986
Переменная покупки:	Сканирование от 0 до 300 с шагом 20
Переменная продажи:	Сканирование от 0 до 300 с шагом 20

Первый шаг форвардного теста осуществляет стандартное оптимизационное сканирование двух ключевых переменных модели на ценовых данных по S&P с 1 июля 1982 по 30 июня 1986. Затем компьютер просмотрит 256 кандидатур на роль лучшей модели, определенных в ходе этого сканирования двух переменных. С помощью критерия оценки будет выбрана топ-модель. Это стандартная оптимизация.

Второй шаг форвардного теста оценивает постоптимизационную эффективность топ-модели, найденной на первом шаге. Этот шаг добавляет новый отрезок ценовых данных, называемый «торговым окном» или «тестовым окном», к отрезку данных оптимизационного окна. Параметры топ-модели тестируются на этом отрезке данных. Другими словами, топ-модель оценивается (или торгуется) на ценовых данных, которые не являются частью данных первоначальной оптимизации. Этот тест будет выглядеть следующим образом:

Ценовая история:	Фьючерс на S&P500
Торговое окно:	6 месяцев

Исторический период торговли:	01.07.1986 - 31.12.1986
Прибыль и убыток при оптимизации:	\$47,390
Годовые прибыль и убыток при оптимизации:	\$11,847
Проседание при оптимизации:	\$6,175
Прибыль и убыток при торговле:	\$20,265
Годовые прибыль и убыток при торговле:	\$40,530
Форвардная эффективность:	341 %

В данном примере топ-модель найдена с помощью оптимизации на 48-месячном периоде истории, и поэтому далее по ней идет форвардная торговля или тестирование на 6-месячном историческом периоде, непосредственно следующем за 48-месячным периодом оптимизации. Топ-модель принесла в течение 48-месячного оптимизационного теста прибыль \$47,390, что соответствует годовой прибыли \$11,847. В течение 6-месячного постоптимизационного теста модель принесла \$20,265, что соответствует годовой прибыли \$40,530.

Это впечатляет. Тем не менее, один успешный форвардный тест мог быть результатом случая, поэтому важно провести более обширный тест, называемый форвардным анализом. Форвардный анализ — это серия отдельных форвардных тестов. Чтобы быть статистически достоверным, он должен состоять из достаточно большого числа тестов.

## Форвардный анализ

Форвардный анализ — это серия отдельных форвардных тестов на обширном и репрезентативном отрезке ценовой истории (См. рис. 7-5). Форвардный анализ имитирует способ, которым планируется торговать по оптимизируемой торговой системе. Говорится, что метод «идет вперед» оптимизации и торгует в окнах, состоящих из фиксированного числа единиц времени. Это число называется «шаговым окном». Первый шаг данной процедуры — отдельный форвардный тест на первом сегменте ценовой истории. Следующий шаг процедуры — другой форвардный тест на следующем сегменте ценовой истории. Далее этот процесс повторяется, пока не завершится исторический период, на котором проверяется торговля.

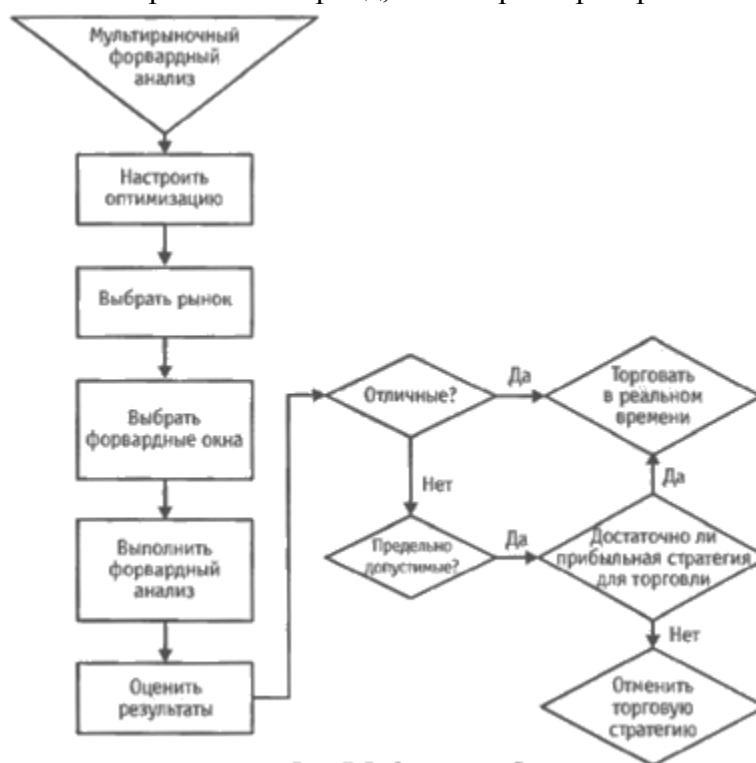


Рис. 7-5. Форвардный анализ.

В тесте форвардного анализа дается оценка постоптимизационной эффективности торговой модели, что является одним из наиболее драматических моментов среди всех процедур тестирования. Форвардный анализ сравнивает постоптимизационные и оптимизационные результаты. Для сравнения используется совокупность результатов многих оптимизаций. На основе форвардного анализа от неприбыльной модели или модели, показавшей хорошие результаты при оптимизации и очень плохие при форвардном тесте, следует отказаться.

## Цель форвардного анализа

Главная цель форвардного анализа — устранить обоснованные сомнения в валидности торговой модели и процедуры оптимизации. При этом преимущества форвардного теста распространяются на достаточно большую выборку данных и форвардных тестов, чтобы обеспечить статистическую точность. Форвардный анализ строится так, чтобы выполнить достаточно большое число форвардных тестов для устранения

случайности результатов. Добиться такой надежности позволяет тест, включающий не менее 10 форвардных тестов.

Вторая цель форвардного анализа — получить более точную картину профиля прибыли и риска на основе большей и более статистически валидной выборки. Этот анализ состоит из множества оптимизаций и множества форвардных тестов. Они сведены воедино, чтобы обеспечить более надежное измерение эффективности.

Кроме того, сравнение постоптимизационной эффективности с оптимизационной дает более реалистичную и надежную оценку будущей прибыли. Допустим, что настало время начинать торговать данной моделью в реальном времени. Из тестирования известно, что торговая модель прошла форвардный тест с результатом, составляющим 75% результата оптимизации. Оптимизация на самых последних данных давала годовую прибыль \$20,000. 75-процентный форвардный показатель эффективности (walk-forward efficiency) информирует, что прибыльность данной модели за год должна быть примерно в области 75% от \$20,000, или около \$15,000. Эта информация может быть полезной при оценке эффективности при реальной торговле.

Форвардный анализ дает гораздо больше возможностей изучить максимальное проседание, чем любой другой показатель тестирования. Реальная проблема в использовании максимального проседания, найденного в процессе оптимизации, в качестве меры будущих проседаний, вытекает из природы самого оптимизационного процесса. В процессе оптимизации от большинства моделей с крупными проседаниями придется отказаться. Проседания, обнаруженные в ходе форвардно-аналитического теста, имеют такую же валидность, как и постоптимизационные прибыли. Они представляют собой то, что происходит, когда после оптимизации модель сталкивается с каким-то более волатильным, менее предсказуемым ценовым движением. Проседание, найденное при форвардно-аналитическом тесте, опять же, основано на гораздо большей выборке таких тестов.

Третья цель форвардно-аналитического теста — проверить сам процесс оптимизации. Как упоминалось ранее, ненадежная модель будет просто проваливать форвардно-аналитический тест. Однако и работоспособная модель могла быть подстроена или разработана с нарушением других принципов, и будет показывать при форвардно-аналитическом тесте плохую эффективность «по техническим причинам». В этой оценке учитываются такие соображения, как степени свободы, размер оптимизационного и тестового окна, диапазон и точность сканирования переменных и число сканируемых переменных. Лучшая модель настроена «свободно» и имеет группы прибыльных соседей. Худшая модель настроена слишком «туго» и стоит одиноко на вершине нетипичной прибыли. Форвардно-аналитический тест обеспечивает защиту от этих ошибок оптимизации.

Форвардный анализ — это точная имитация способа, которым оптимизируемая торговая система наиболее часто используется в реальной торговле. У пользователей оптимизационного софта часто возникает важный вопрос — как часто торговую систему следует реоптимизировать. Ответ на этот вопрос — четвертая цель форвардно-аналитического теста. И он дает ответ на этот вопрос самым лучшим из возможных способов — эмпирически.

Если система достигает пиковой эффективности, когда она посредством оптимизации адаптирована к текущим рыночным условиям, то в некоторый момент реоптимизация ей потребуется. Рыночные условия меняются. Торговая модель тоже должна меняться. В результате встает вопрос — когда ее следует реоптимизировать? Применение модели, разработанной с помощью форвардно-аналитического теста, должно соответствовать структуре этого теста. Если размер тестового окна равен трем месяцам, то реоптимизировать модель надо через каждые три месяца торговли, и точно так же — при других размерах тестового окна.

Пятая цель форвардно-аналитического теста обеспечивает уникальное и глубокое понимание сути показателя эффективности. Часто максимальные проседания торговых моделей происходят при изменении трендов или рыночных условий. Разворачивающиеся окна форвардно-аналитического теста точно показывают, что происходит, когда модель сталкивается с условием, на котором она не тестировалась. В самом характере устойчивых торговых моделей заложено, что даже если подобное изменение может вызвать убытки, они не должны быть критическими. Традиционная оптимизация будет маскировать подобные эффекты. Форвардно-аналитический тест их обнаруживает.

## Резюме

Форвардный анализ представляет собой ценный и детализированный источник информации. Он создает и оценивает три уровня эффективности модели. На первом уровне оценивается доход, риск и распределение сделок модели, оптимизируемой на одном сегменте исторических данных. Это традиционный способ, с помощью которого трейдеры судят о моделях. Оценка Уровня 1 достаточно хороша; однако оно страдает недостатком проверки постоптимизационной эффективности.

Второй уровень оценивания модели — это форвардный тест. Этот уровень проверяет и модель, и процесс тестирования. Он также сравнивает оптимизационные и постоптимизационные показатели эффективности

торговли. Эти два важных пласта информации не могут быть получены на Уровне 1. Несмотря на то, что теперь известно гораздо больше, чем на первом уровне, по-прежнему остаются обоснованные сомнения; результаты одного форвардного теста не позволяют делать окончательных выводов.

На третьем уровне оценивания модели — в форвардном анализе — о модели судят исключительно по совокупной эффективности постоптимизационной торговли, полученной в серии отдельных форвардных тестов. Одна очень сильная сторона этого уровня тестирования — статистическая значимость, обеспечиваемая его полнотой и возможностями. Другое его достоинство — получение ценной информации об эффекте воздействия на эффективность изменениями трендов и волатильности.

### Пример форвардного анализа

В качестве иллюстрации рассмотрим форвардный анализ, состоящий из 9 отдельных форвардных тестов. Этот анализ позволит выяснить эффективность оптимизируемой торговой модели на 9 различных периодах последовательной истории. Для каждого из этих периодов оцениваются доходность, риск и устойчивость. Один только этот анализ дает нам в 9 раз больше информации, чем оценивание Уровня 1.

Этот анализ также предоставит нам результаты постоптимизационной эффективности по каждому из 9 отдельных форвардных тестов. Другими словами, он обеспечивает 9 тестов постоптимизационной торговли. Он также измеряет эффективность этой постоптимизационной торговли. В данный момент у нас уже как минимум в 18 раз больше информации, чем при оценивании Уровня 1, и в 9 раз больше, чем при оценивании Уровня 2. К тому же форвардный анализ охватывает исторический временной период, включающий много различных изменений трендов и волатильности. Это дает понимание стабильности торговой модели по отношению к изменяющимся рыночным условиям.

Рассмотрим пример реального форвардного анализа, выполненного компьютерной системой Blast:

Ценовая история:	Фьючерс на S&P 500
Исторический период:	01.07.1982 - 24.12.1990
Размер оценочного окна:	48 месяцев
Размер тестового окна:	6 месяцев
Размер шагового окна:	6 месяцев
Переменная покупки:	Сканирование от 0 до 300 с шагом 20
Переменная продажи:	Сканирование от 0 до 300 с шагом 20
Сравнение топ-моделей:	Пессимистическая доходность на маржу
Топ-модель первого уровня:	Чистая прибыль и убыток выше \$5,000
Топ-модель второго уровня:	Отношение риска к доходности выше 2.0

Форвардный анализ протекает следующим образом. Для первого оптимизационного окна Blast загружает ценовые данные по фьючерсам на S&P500 с 02.01.1983 по 30.06.1986. Затем программа проводит оптимизацию по двум выбранным переменным. Blast запоминает топ-модель, то есть, модель, имеющую лучшую пессимистическую доходность на маржу с чистой прибылью выше \$5,000 и отношением доход/риск выше двух (если такие существуют). Затем программа прогоняет эту топ-модель вперед (делает ее форвардный анализ). Это означает, что переменные этой топ-модели применяются к данным тестового окна (с 1 июля 1986 по 31 декабря 1986). Прежде чем перейти к следующему тестовому окну, эти результаты сводятся в таблицу. Blast также запоминает информацию об отсутствии топ-модели, если сделок в тестовом периоде не было, и тестирование переходит сразу на следующее оптимизационное окно. Форвардный процесс продолжается пошагово на всех заданных исторических данных. Сводная отчет форвардных прибылей и убытков обобщает результаты форвардного анализа, как показано в Таблице 7.1.

Числа в колонке «Чистые прибыль и убыток» в разделе «Оптимизационная эффективность» отражают прибыли за 4-летний оптимизационный период. Числа в колонке «Чистые прибыль и убыток» в разделе «Движение вперед» отражают прибыли за 6-месячный постоптимизационный торговый период. Чтобы определить числа в колонке «WFE» («Форвардная эффективность»), сначала прибыли в двух указанных колонках аннуализируются (приводятся к годовому исчислению). Например,  $(\$20,265/0.5) / (\$47,390/4) = 342\%$ .



## S&amp;P фьючерсы — от 01.07.1986 до 24.12.1990.

Estimation Performance					Walk Forward	
From Profit&Loss	To Profit&Loss	Net Profit&Loss WFE	Maximum	R/R Draw Down	Net Draw Down	Ratio
07/82	08/86	\$ 47,390	\$ 6,175	7.7	\$20,265	342%
01/83	12/86	48,440	7,510	6.5	8,750	144
07/83	06/87	55,145	7,510	7.3	9,410	137
01/84	12/87	85,615	9,405	9.1	8,960	84
07/84	06/88	81,870	9,405	8.7	11,715	114
01/85	12/88	81,435	9,405	8.7	8,580	84
07/85	06/89	101,665	16,865	6.0	11,250	89
01/86	12/89	106,640	16,865	6.3	33,450	251
07/86	06/90	145,840	11,555	12.6	<u>38,725</u>	212
Общие прибыли&убытки					<u>\$151,105</u>	
Наибольший		\$145,840	\$16,865	12.6	\$20,265	342%
Наименьший		47,390	6,175	6.0	8,580	84
Средний		83,782	10,521	8.1	<u>16,789</u>	<u>162</u>

**Является ли модель устойчивой?**

Проверка результатов определит устойчивость модели. Рассмотрим первую строку Табл. 7-1. Начиная с Ряда 1, топ-модель, найденная в оптимизационном окне 1 (июль 1982-июнь 1986) показала прибыль \$47,390, проседание \$6,175 и отношение доход/риск 7.7 ( $\$47,390/\$6,175=7.7$ ). Это хорошие результаты, основанные на внутренней проверке оптимизации, но необходимо еще больше.

Как эта конкретная модель работает в форвардном анализе? Колонка форвардных прибыли и убытка в Ряду 1 показывает прибыль \$20,265. Это прибыль, полученная топ-моделью за первые 6 месяцев постоптимизационной торговли (с июля 1986 по декабрь 1986), следующие за 48-месячным оптимизационным окном. Результат снова хороший. Но все же этот результат мог быть удачей.

Каждая строка этой таблицы представляет ту же информацию для 8 дополнительных оптимизаций и 8 дополнительных форвардных тестов, охватывающих еще 4 года торговли. Все 9 результатов постоптимизационной торговли оказались прибыльными. Общая чистая прибыль равна \$151,105. Данная торговая модель сделала деньги в 100% постоптимизационных тестовых окоп. Этот результат весьма убедителен.

Что еще более важно, торговая модель работала. Что означает слово «работала» в данном контексте? Оно означает, что модель делала деньги на данных, которых она никогда не видела. Оно также означает, что модель делала деньги в течение 9 последовательных 6-месячных периодов беспрецедентной волатильности и изменениях рынка. Эту модель можно считать устойчивой.

**Какой нормы прибыли следует ожидать?**

Как указывалось в предыдущих разделах, форвардная эффективность (WFE) измеряет постоптимизационную эффективность относительно оптимизационной. WFE — это отношение средних годовых форвардных чистых прибыли и убытка к средним годовым оптимизационным чистым прибыли и убытку.

Она вычисляется следующим образом. Средние годовые прибыль и убыток за девять 48-месячных оптимизационных периодов равны \$20,945 ( $\$745,040/36 \text{ лет} = \$20,945$ ). В среднем эта модель в течение оптимизации приносила прибыль \$20,945 за год.

Средняя годовая прибыль за девять 6-месячных форвардных периодов составляет \$33,579 ( $\$151,105/4,5 \text{ года} = \$33,579$ ). В среднем эта модель принесла форвардную или постоптимизационную прибыль, равную 160% ( $\$33,579/\$20,945=160\%$ ) от оптимизационной прибыли. Другими словами, если модель дает \$10,000 в год в течение оптимизации, можно ожидать, что она даст примерно \$16,000 ( $\$10,000 \times 1.6 = \$16,000$ ) годовой прибыли в реальном времени.

## Каков риск?

Среднее максимальное проседание в течение оптимизации было \$10,521 при максимуму \$16,865 и минимуме \$6,175. Опыт показывает, что модель, постоптимизационное проседание которой превышает 150% оптимизационного проседания, дает повод для беспокойства. Следовательно, один из показателей риска — это среднее оптимизационное проседание, умноженное на 1,5, или \$15,782. Это число более значимое, потому что оно основано на результатах 9 различных оптимизаций, охватывающих девять разных периодов истории.

Второй и, возможно, еще более значимый критерий риска указан перечнем отношений риск/доход оптимизационных окон. Он демонстрирует среднее отношение доход/риск, равное 8.1, при максимуме 12.6 и минимуме 6.0.

## Резюме

Итак, форвардный тест — это единственный известный способ найти:

- вероятность постоптимизационной прибыли;
- норму прибыли модели после оптимизации;
- постоптимизационный риск.

Форвардный анализ — это четкая и точная имитация ситуации, в которой трейдер применяет программное обеспечение в реальной торговле. А раз так, форвардный анализ выходит за рамки тестирования и становится более важной частью торговой системы, сообщая вам, когда торговать, а когда — нет.

## Оценка форвардного анализа

Структура и достоинства форвардного анализа понятны. Остается только применить такой же строгий и исчерпывающий тест к оставшимся 9 рынкам тестовой корзины. После того как это будет сделано, можно оценить общие результаты.

Если форвардный анализ на протяжении всего набора тестов был неприбыльным, следует проверить структуру данного теста на наличие ошибок. Если такая ошибка найдена, исправьте ее и повторите форвардный анализ. Если ошибок не найдено, откажитесь от данной модели. Предыдущий успех был связан с оптимизацией. Эта модель не является устойчивой.

Если форвардный анализ находится на предельно-допустимом уровне прибыльности, структуру теста тоже следует проверить на наличие ошибок. Если такая ошибка найдена, устраните ее и повторите форвардный анализ. Если ошибок не найдено, предельная прибыльность связана с посредственностью торговой модели. Ее характеристики могут быть ценными в контексте более диверсифицированной портфеля.

Если форвардный анализ на всей корзине рынков показывает явную прибыльность, модель работоспособна. Она прошла наиболее строгий из известных процессов тестирования. Теперь трейдер может уверенно ее использовать, при этом все же не теряя бдительности.



# Глава 8

## Оценка эффективности

На данный момент нам известно, что торговая модель:

- построена в соответствии с замыслом;
- дает результаты соответствующие теоретическим ожиданиям;
- достаточно устойчива, чтобы пройти мультирыночный мультипериодный тест;
- улучшается при оптимизации;
- прошла мультирыночный мультипериодный форвардный анализ.

Теперь пора оценить эту устойчивую и многообещающую торговую модель в качестве инвестиции, путем рассмотрения ее внутренней структуры.

### Торговая модель как инвестиция

Учитывая напряженный интеллектуальный процесс, необходимый для создания торговой модели, легко упустить из виду, что она должна конкурировать с другими инвестиционными инструментами за использование денег. Когда торговая модель зашла в процессе ее создания так далеко, отказ от нее может быть затруднительным, даже если она не так хороша, как ее конкуренты. Цель этой главы — рассмотреть торговую модель в сравнении с конкурирующими с ней инвестициями.

### Риск фьючерсной торговли

Важно иметь в виду, что фьючерсная торговля сопряжена с почти неограниченным риском. Фьючерсы обладают очень высоким леведреджем. Владелец фьючерсного счета обязан покрыть любой дефицит средств на счете, независимо от суммы денег на депозите. На сегодняшних рынках с очень высокой овернайтовой волатильностью, овернайтовый риск может быть колоссальным. Вспомните 20-пунктовое падение между закрытием и открытием фьючерсов на S&P 19 октября 1987 года. Для тех, кто не знает, скажем, что убытки по оставленным в овернайт длинным позициям составили по открытию того злополучного дня \$10,000 на контракт. При ретроспективном взгляде 19-е и 20-е октября того года представляют собой чрезвычайные «статистические нон-сенсы». Однако они на самом деле были и на самом деле вызвали на счетах многих трейдеров как прибыли, так и убытки чрезвычайных масштабов.

На рынках, имеющих пределы дневной торговли, овернайтовый риск все равно неограничен. Дневные лимиты в ситуациях лихорадящих рынок новостей могут приводить к нескольким дням, зафиксированным по лимиту. Эффект от этого может быть суровым в финансовом отношении и еще хуже — в психологическом.

Доходность торговой модели должна оцениваться в свете потенциально неограниченного риска, с которым сопряжена фьючерсная торговля. Соответственно, эта доходность должна быть достаточно существенной, чтобы этот крайний, хотя и маловероятный, риск потери всего торгового капитала (и даже большего) был оправдан. Риск должен быть четко установленным, тщательно продуманным и приемлемым в привязке к доходности. Во главе угла всего этого должно стоять применение строгих правил управления деньгами для дополнительной защиты против катастрофических убытков. Слишком осторожным фьючерсный трейдер быть не может.

### Сравнение модели с альтернативными инвестициями

В конечном счете, торговая модель конкурирует с практически безрисковыми низкодоходными инвестициями, такими как казначейские векселя, депозитные сертификаты, счета денежного рынка и сберегательные счета.

Может показаться абсурдной мысль, что модель фьючерсной торговли пыталась бы предлагать столь же низкий доход.

Тем не менее, проверка многих фондов и советников по торговле товарными фьючерсами показывает, что некоторые из них не обеспечивают и такой доходности. Поскольку фьючерсный трейдинг очень рискованный, доходности должны быть достаточно высокими, чтобы принятие такого риска было оправданным.

Торговую модель также необходимо сравнить с альтернативными инвестициями, такими как акции, бонды, недвижимость и произведения искусства. Успешные инвестиции в других областях требуют

экспертного опыта другого рода. И тем не менее, торговая модель должна быть эффективной с точки зрения конкуренции с этими альтернативными вложениями.

Кроме того, необходимо сравнивать эффективность модели с эффективностью доступных торговых советников и фьючерсных фондов, а также с эффективностью других доступных торговых моделей.

В качестве затрат по ведению бизнеса также необходимо учитывать расходы на техническую поддержку, особенно время на поддержку программы. Если торговая модель требует на свое поддержание несколько часов в неделю, то для оправдания этих трудозатрат ее доходность должна быть существенно выше, чем у других торговых моделей, требующих меньше времени.

Короче говоря, профиль прибыли и риска торговой модели должен быть лучше, чем у любой другой формы доступных инвестиционных возможностей, или же должен быть привлекательным с точки зрения диверсификации. Кроме того, доходность модели должна оправдывать связанные с ней затраты по ведению бизнеса. Наконец, профиль эффективности данной торговой модели должен быть совместимым с психологией трейдера.

## Оценка риска

Ведение любого бизнеса требует затрат. Затраты на торговую прибыль определяются двумя факторами: риском и маржей. В следующих разделах детально описана оценка прибыли в контексте риска и затрат.

Широко распространено мнение, что наиболее важным из отдельных показателей риска торговой модели является максимальное проседание. Однако существуют некоторые расхождения во мнениях относительно определения максимального проседания;

**максимальное проседание** — это денежное значение большей из двух величин — крупнейшей серии последовательных убыточных сделок и крупнейшего отдельного проигрыша.

**максимальное проседание счета** — это величина самого глубокого понижения кривой доходности торгового счета, перед тем, как она достигает новой вершины.

Максимальное проседание может включать и убыточные, и выигрышные сделки.

Максимальное проседание интересно с нескольких точек зрения. Для психологического портрета большинства трейдеров в очень значительной степени характерно активное неприятие длинных проигрышных серий, даже если в денежном выражении их величина не столь значительна. Трейдинг состоит в том, чтобы делать деньги. Однако для многих трейдеров трейдинг — это так же убеждение в собственной правоте. Проигрышные серии быют по эго этих трейдеров. Поэтому крайне важно полностью осознавать масштабы данной проигрышной серии. Если психологически трейдер не готов к принятию типичного проседания такого плана, ему может быть тяжело придерживаться сигналов данной торговой модели, когда при торговле в реальном времени она вступает в такой период.

## Требуемый капитал

**Требуемый капитал** — это количество денег, которое потребуется для успешной торговли данной моделью. Теперь, когда риск установлен, можно грамотно обсуждать требуемый капитал. Он складывается из маржи и риска.

Чтобы торговать фьючерсным контрактом, трейдер должен разместить на депозит начальную маржу (initial margin). Маржевые ставки устанавливаются биржами и клиринговыми фирмами. Время от времени эти ставки меняются, в зависимости от волатильности рынка, а иногда — по инициативе регулирующих органов. Первая составляющая требуемого капитала — это наличие на счете суммы денег, достаточной для обеспечения планируемой сделки.

Вторая составляющая требуемого капитала — наличие на счете достаточного количества средств для покрытия риска, измеряемого максимальным проседанием счета. Для успешной торговли крайне важно, чтобы счет мог выдержать такое проседание и сохранить возможность продолжать торговлю.

Следовательно, минимальным для торгового счета требованием должна быть первоначальная маржа плюс количество денег, равное максимальному проседанию собственного капитала. Допустим, первоначальная маржа составляет \$10,000, а максимальное проседание собственного капитала равно \$15,000:

$$\text{Минимальный требуемый капитал} = \$10,000 + \$15,000 = \$25,000.$$

Этот минимальный капитал \$25,000 может выдержать проседание в \$15,000 и позволить вам провести еще одну сделку. Эта сделка должна быть прибыльной, иначе на счете уже не будет хватать первоначальной маржи и торговать с него будет нельзя. Осторожный трейдер надеется на лучшее, а готовится к худшему. Худшим может быть проседание, превышающее испытанное моделью ранее.

Поэтому осторожный трейдер будет инвестировать необходимый капитал, чтобы выдержать максимальное проседание собственного капитала и сохранить достаточно средств для продолжения торговли. Рассмотрим, каким будет требуемый капитал, если максимальное проседание собственного капитала равно \$15,000 и сделано предположение о величине будущего проседания в \$30,000:

$$\text{Максимальное проседание плюс } 100\% = \$15,000 \times 2.0$$

$$\text{Минимальный требуемый капитал} = \$10,000 + \$30,000 = \$40,000$$

Некоторые профессиональные трейдеры страхуются от максимального проседания, превышающего ожидаемое в три раза. Тогда требуемый капитал составит:

$$\text{Максимальное проседание, умноженное на три} = \$15,000 \times 3.0$$

$$\text{Минимальный требуемый капитал} = \$10,000 + \$45,000 = \$55,000$$

Осторожный трейдер может также подготовиться к худшему другим способом. После максимального проседания собственного капитала требуемый капитал будет сохранять маржу плюс некоторый буфер. Другими словами, предполагается, что требуемая маржа равна марже плюс некоторый процент. При встраивании в предыдущий пример такой дополнительной меры безопасности, мы имеем:

$$\text{Максимальное проседание, умноженное на три} = \$10,000 \times 3.0$$

$$\text{Начальная маржа, умноженная на } 1.5 = \$5,000 \times 1.5 = \$7,500$$

$$\text{Минимальный требуемый капитал} = \$7,500 + \$30,000 = \$42,500.$$

При этих допущениях в отношении как начальной маржи, так и максимального проседания, требуемый капитал возрос с \$15,000 в первом случае, не имеющем буферов безопасности, до \$42,500. Поскольку исследования показали, что недокапитализация является одной из основных причин убытков трейдера, наиболее благоразумным подходом будет выяснение перед началом торговли моделью правильной величины требуемого капитала.

## Оценка прибыли

После того как чистая прибыль и годовая прибыль торговой модели успешно прошли сравнение с другими инвестиционными альтернативами, их необходимо оценить относительно двух составляющих затрат модели: риска и требуемого капитала. Прибыль не может оцениваться изолированно.

Годовая прибыль \$10,000 звучит здорово. Но если для ее получения требуется \$200,000, то годовая доходность на эту инвестицию составляет 5%. Это звучит уже не так здорово. Если риск равен 25% капитала, или более \$50,000, что соответствует отношению доходности к риску 1 к 5, это звучит еще хуже.

Наоборот, та же годовая прибыль \$10,000 принимает более привлекательный вид, если она требует \$5,000 капитала при риске 20%, или \$1,000. Это равнозначно 200-процентной доходности на капитал при отношении доходности к риску 10 к 1.

## Отношение доход/риск

Эти примеры дают понять, что оценка прибыли должна проводиться в сравнении с риском, сопряженным с ее получением. Отношение доходности к риску (reward to risk ratio) представляет собой такой показатель; оно сравнивает максимальную доходность, которая представлена годовой прибылью, с максимальным риском, представленным максимальным проседанием. Другими словами,

$$\text{Отношение} \frac{\text{доходность}}{\text{риск}} = \frac{\text{Годовая прибыль}}{\text{Максимальное проседание}}$$

Например, годовая прибыль \$25,000, деленная на максимальное проседание \$5,000, дает отношение доходности к риску 5.0.

$$\text{Отношение} \frac{\text{доходность}}{\text{риск}} = \frac{\text{Годовая прибыль}}{\text{Максимальное проседание}}$$

$$\text{Отношение} \frac{\text{доходность}}{\text{риск}} = \frac{\$25,000}{\$5,000}$$

$$\text{Отношение} \frac{\text{доходность}}{\text{риск}} = 5.0$$

Как правило, чем больше отношение доходности к риску, тем лучше. Большее RRR свидетельствует о том, что доходность (отдача) на вложенный в торговлю доллар повышается по сравнению с риском на вложенный доллар. Многие торговые модели имеют RRR-отношение 5:1 и 10:1. Однако, необходимо отметить, что валидность этого числа прямопропорциональна статистической валидности его составляющих, чистой прибыли и максимального проседания.

## Доходность на капитал

Приведенные примеры показывают, что прибыль должна оцениваться как доходность на инвестицию. Определение требуемого капитала будет обсуждаться детально далее в этой главе. А сейчас будем рассматривать его как количество денег, необходимое для торговли моделью. Доходность на капитал вычисляется просто. Надо разделить годовую прибыль на минимальный требуемый капитал.

Требуемый капитал — это сумма маржи и максимального проседания, помноженного на фактор безопасности (См. обсуждение на стр. 150-151).

Годовая прибыль = \$25,000

Требуемый капитал = \$35,000

Доходность на капитал =  $\$25,000 / \$35,000 = 71.4\%$  годовых

Преимущество рассмотрения доходности в годовом исчислении — в легкости сравнения. Большинство инвестиций принято представлять в показателях годовой доходности. Это также облегчает сравнение эффективности данной модели с другими моделями. Как будет видно при определении требуемого капитала, такая мера эффективности есть наиболее реалистичный способ оценивания торговой модели.

### Коэффициент полезного действия модели

Другой способ, которым необходимо сравнивать прибыль — в контексте возможностей, предоставляемых рынком. В разное время рынки обладают большим или меньшим потенциалом прибыли. Когда рынки «нагретые» (то есть, находятся в трендах и сопровождаются высокой волатильностью), потенциал прибыли может быть очень высоким. Когда рынки «холодные» (то есть, не находятся в трендах или имеют низкую волатильность), прибыльный потенциал бывает очень низким.

Величина потенциальной прибыли, предоставляемой рынком, не всеми понимается хорошо. Потенциальная прибыль — это прибыль, которая может быть получена путем покупки каждого дна и продажи каждой вершины. Точнее, это сумма всех ценовых перепадов, где каждый перепад берется со знаком плюс (по модулю). Это отличный способ оценки эффективности модели. Нельзя ожидать, что торговая модель будет выжимать из рынка все до последнего пенни.

Отличная мера эффективности модели — КПД, с которой торговая модель преобразует потенциальные прибыли, предлагаемые рынком, в торговые прибыли. Вычисляется этот показатель легко: делением чистой торговой прибыли на потенциальную рыночную прибыль.

Например, предположим, что чистая прибыль равна \$25,000, а потенциальная рыночная прибыль — \$300,000 (уход в лонг на каждом дне и в шорт на каждой вершине):

Эффективность (КПД) модели =  $(\$25,000 / \$300,000) \times 100 = 8.33\%$

Это действительно достаточно хорошая производительность. Опыт показывает, что торговые модели с КПД, рассчитанной по Ценам закрытия, 5% и выше, являются хорошими. Этот показатель будет падать, если тест проводить на тиках.

Показатель КПД модели облегчает сравнение эффективности различных рынков и оценку результативности модели в разные годы. Рынки меняются. Они разогреваются, и потенциальная прибыль растет. Они охлаждаются, и потенциальная прибыль падает. Судить о таких изменениях от года к году только на основе прибыли трудно. Тем не менее, КПД модели, год от года остающийся стабильным, свидетельствует о хорошей, устойчивой модели. Такая модель продолжает извлекать похожий процент потенциальной прибыли в периоды и ярости и вялости рынков.

### Стабильность торговли

Стабильность в торговле — наиболее существенная характеристика устойчивой торговой модели. Хотя данное понятие может показаться слишком сложным, на самом деле это не так. Чем более стабильна торговая модель во всех отношениях, тем лучше. Наоборот, чем торговая модель более беспорядочна и нестабильна, тем она менее устойчива, а следовательно, вызывает больше сомнений.

### Распределение прибылей и убытков

Равномерность распределения прибылей и убытков в тестовой выборке — важный показатель стабильности. Одна лишь чистая прибыль ничего не говорит о ее распределении; распределение прибылей и убытков — более важный показатель. Хорошее распределение свидетельствует об устойчивой и стабильной модели, в то время как плохое распределение ставит под вопрос валидность модели.

Предположим, что торговая модель имеет форвардную прибыль \$50,000 при максимальном проседании \$10,000 на протяжении 5 лет, с 1986 по 1990. Такие прибыль и риск выглядят превосходно.

Продemonстрируем важность данного показателя еще на трех примерах. В первом случае рассмотрим следующее распределение прибылей и убытков:

Год	Прибыль	Проседание
1986	\$50,000	\$5,000
1987	30,000	6,000
1988	10,000	7,000
1989	(15,000)	9,000
1990	(25,000)	10,000
Всего: \$50,000		

Беглый взгляд на это распределение прибылей и убытков в годовом исчислении приводит в замешательство. Почему? Наибольшая прибыль была получена в самом давнем году. Самый большой убыток — в последний год. К тому же, направление изменения годовых прибылей и убытков от наиболее удаленного прошлого к наиболее близкому прошлому имеет ярковыраженный понижающийся наклон. Это плохой знак. Что еще более ухудшает ситуацию, годовые проседания от давнего прошлого к недавнему имеют явную тенденцию к повышению. Это еще один плохой знак. Более того, расхождение прибылей и убытков носит дестабилизирующий характер.

Из этого можно сделать вывод, что данная торговая модель процветала в 1986 году. Ее прибыль была достаточно большой, маскируя плохие показатели в 1989 и 1990 годах. Эта модель демонстрировала великолепные результаты в 1986 году, снижение результатов в 1987 и 1988, а в 1989 и 1990 годах для нее наступили плохие времена. Модель могла иметь изъян, или просто эти последние два года могли быть для нее очень неблагоприятными. По-видимому, данный рынок менялся каким-то образом, несогласующимся с данной моделью. Но вопрос, который нас реально интересует — как модель покажет себя в 1991 году? Конечно, ответить на него можно лишь гадая, будет ли 1991 год более похож на 1986-й или на 1990-й.

Рассмотрим второй случай со следующим распределением:

<u>Год</u>	<u>Прибыль</u>	<u>Проседание</u>
1986	(\$ 15,000)	\$5,000
1987	110,000	10,000
1988	(15,000)	7,000
1989	(15,000)	6,000
1990	(15,000)	4,000
<b>Всего: \$ 50,000</b>		

Даже беглая проверка приведет к явному отказу от данной торговой модели. Ее чистая прибыль \$50,000 основана на прибыли \$110,000 за 1987 год, единственный прибыльный год. Все остальные годы дали постоянный убыток \$15,000. Большая чистая прибыль в 1987 году маскирует тревогу, вызываемую результатами каждого последующего года. Валидность этой модели сомнительна. Конечно, она требует переоценки и непригодна для торговли в существующем виде. От нее необходимо отказаться.

Рассмотрим третий случай со следующим распределением:

<u>Год</u>	<u>Прибыль</u>	<u>Проседание</u>
1986	\$10,000	\$10,000
1987	5,000	3,000
1988	10,000	4,000
1989	10,000	5,000
1990	15,000	4,000
<b>Всего: \$50,000</b>		

Такое равномерное распределение по всем пяти годам торговли усиливает доверие к прибыли \$50,000 и проседанию \$ 10,000. К тому же, модель показывает благоприятное повышающее направление изменения прибыли от более давних данных к недавним. Она также демонстрирует благоприятную понижающую тенденцию проседания от прошлого к настоящему. Разброс прибылей невелик, как и разброс проседаний, за исключением проседания в 1986 году. Более того, эта модель имела свое худшее проседание в наиболее удаленном прошлом. Все это говорит о вполне удовлетворительной и приемлемой модели, которая имеет благоприятные результаты в самом недавнем тестовом периоде.

Рассмотрим последний пример со следующим распределением:

<u>Год</u>	<u>Прибыль</u>	<u>Проседание</u>
1986	(\$25,000)	\$10,000
1987	(15,000)	9,000
1988	10,000	7,000
1989	30,000	6,000
1990	50,000	5,000
<b>Всего: \$50,000</b>		

Этот случай представляет инверсию первого случая. Он имеет такое же сомнительное неравномерное распределение прибылей и убытков. Тем не менее, у него есть два очень приятных момента. Имеется положительный повышающийся наклон прибыли с 1986 по 1990 год. Есть также и благоприятное снижение проседаний с 1986 года. Более того, позитивный рост в 1990 году с лучшими показателями по каждой категории.

Предстоит ответить на вопрос — «Почему?». Если предполагается торговать этой моделью, то необходимо найти логичное объяснение этих «трендов» годовых прибылей и убытков. Возможно, эта торговая стратегия лучше действует при условиях, которые уже изменились? Одним из объяснений мог бы



быть застой на рынке в 1986 и 1987 годах, контрастирующая с сильным чистым трендом и повышением волатильности, начавшимися в 1988 году и прогрессирующими в дальнейшем.

Оценка распределения прибылей, убытков и проседаний подчиняется простым правилам. Чем распределение равномернее, тем лучше. Чем более удалено по времени максимально приемлемое проседание, тем лучше. Ни один временной период не должен вносить в общую прибыль непропорционально большой вклад.

Если у прибыли прослеживается тенденция, необходимо, чтобы она была повышательной. Наоборот, траектория проседания, если она есть, должна быть направлена вниз. Любая тенденция прибыли или риска должна быть отмечена. Как и тренды рынков, «тренды» прибыли и риска торговой модели тоже могут меняться.

### Распределение сделок

Распределение сделок обычно вычисляется таким же образом, как и распределение прибылей и убытков за тот или иной временной период. Чем распределение более постоянно и равномерно, тем лучше.

Лучшая торговая система — та, у которой и прибыли, и убытки распределены равномерно по всему тестовому периоду. Равномерность распределения по тестовому периоду — признак устойчивой и стабильной торговой модели. Но никогда распределение выигрышей и потерь не будет настолько равномерным, чтобы можно было предсказать следующую прибыль или убыток. Важно также отказываться от любой торговой модели, более 50% общей прибыли которой получено в результате одной сделки.

Следующий шаг в оценке стабильности торговли — рассмотрение с тех же позиций выигрышных и проигрышных серий. Выигрышные и проигрышные серии должны быть распределены по тестовому периоду как можно более равномерно. Чем меньше стандартное отклонение, тем более стабилен и предсказуем исход торговли данной моделью.

Наиболее устойчивая и вызывающая доверие модель должна обладать следующими свойствами:

- наиболее равномерное распределение прибылей и убытков;
- наиболее равномерное распределение выигрышей и проигрышей;
- наиболее равномерное распределение выигрышных и проигрышных серий.

### Максимальное проседание

Поскольку максимальное проседание играет в оценке торговой модели с точки зрения риска такую решающую роль, оно требует определенных дополнительных обсуждений.

Максимальное проседание должно оцениваться относительно других проигрышных серий, генерируемых торговой моделью. По определению, оно является наибольшей проигрышной серией, но важно также знать — насколько эта серия больше других. Например, если максимальное проседание всего на 20-40 процентов больше средней проигрышной серии, это признак устойчивой модели.

Наоборот, было бы нежелательно иметь максимальное проседание, составляющее 300% средней проигрышной серии, если только это не было вызвано ценовым шоком. Ценовой шок — это необычно крупное ценовое изменение. По определению, ценовые шоки представляют собой выбросы или статистические аномалии, редко имеющие место. Крах 1987 года был именно таким ценовым шоком. Часто причиной ценовых шоков бывают значительные деловые, экономические или политические события, такие как начало войны, неожиданный коллапс ведущей компании, открытие крупного месторождения нефти или убийство значимого политического лидера. Влияние этих событий может приводить к непредсказуемым или необычно крупным убыткам. Их невозможно предсказать, от них можно лишь защищаться.

Полезно проверять рыночные условия, в которых имеет место максимальное проседание. Вообще говоря, проседания возникают либо на застойных, либо на высоковолатильных, быстрых рынках. И те, и другие условия достаточно противопоказаны оптимальной торговой эффективности. Следовательно, хороший знак, если максимальное проседание торговой модели имело место в течение периода, характеризующегося такими неблагоприятными условиями.

Было бы весьма тревожным сигналом, если бы максимальное проседание возникло как длинная серия убытков при таких же рыночных условиях, при каких имела место крупнейшая выигрышная серия. Обычно торговые модели успешны на протяжении сильных и устойчивых трендов или периодов высокой волатильности, сопровождаемых сильными и четкими ценовыми свингами. Максимальное проседание в течение такого периода должно ставить под вопрос валидность данной торговой модели.

### Наибольшая выигрышная серия

Наибольшая выигрышная серия должна оцениваться аналогично, как и наибольшая проигрышная. Оптимальные для модели торговые условия определяются рыночными условиями, преобладающими во время наибольшей выигрышной серии. Как было сказано, большинство торговых систем показывают лучшие



результаты в периоды сильных трендов, высокой волатильности и четких ценовых свингов. Если максимальная выигрышная серия имела место при таких рыночных условиях, это согласуется с нашими теоретическими ожиданиями. Однако если она произошла при значительно отличающихся условиях, это следует отметить.

Наибольшая выигрышная серия должна сравниваться со средней выигрышной серией. Что касается стабильности, то чем ближе наибольшая выигрышная серия к средней, тем более модель постоянна. Кроме того, наибольшая выигрышная серия не должна обеспечивать непропорционально большую долю общей прибыли.

# Глава 9

## Многоликость подстройки

### Что такое подстройка?

Подстройка — это неправильно выполненная оптимизация. С технической точки зрения подстройка или «чрезмерная оптимизация» торговой модели означает нахождение параметров, которые очень хорошо согласуются с прошлыми ценовыми данными, но не имеют прогностической способности.

Распознать подстройку легко. Она возникает при нарушении правил тестирования и оптимизации. Подстройку всегда можно определить по ее эффектам: результаты, которые торговая модель будет показывать в реальной торговле, будут отличаться от результатов, полученных при оптимизации.

Для верного понимания интуитивно ощущаемого смысла подстройки требуется некоторое разъяснение. Чтобы понять значение слова *overfit* (досл. — чрезмерно соответствовать), сначала необходимо определить и понять слово *fit* (соответствовать) в контексте разработки торговых моделей.

Одно из определений слова «*fit*» в словаре Вебстера II: «*Быть годным к или соответствовать чему-либо*».

Согласно данному определению, настроить (*to fit*) торговую модель на ценовые данные — значит сделать ее пригодной или соответствующей целям трейдинга. Для создания торговой модели требуются параметры, которые необходимо адаптировать к ценовым данным таким образом, чтобы моделью можно было торговать, а для этого необходим действенный метод определения этих параметров по ценовым данным.

Чтобы настроить торговую модель на ценовые данные для целей получения прибыли в реальной торговле, ценовые данные должны быть проанализированы способом, обеспечивающим определение параметров модели, соответствующих данной цели. Надлежащим образом настроенная или правильно оптимизированная торговая модель будет показывать в реальном трейдинге ту же эффективность, что и в процессе оптимизации или настройки. Другими словами, торговая модель, настроенная на ценовые данные и демонстрировавшая прибыльность в течение этого процесса, при ее использовании в реальной торговле будет показывать похожую прибыль.

Другое определение слова *fit* в словаре Вебстера II: «*Быть подходящего размера или формы для чего-либо*».

Параметры торговой модели, настроенной на тестовые ценовые данные, на которых они были протестированы, имеют «подходящий размер и форму» для получения прибыли в реальной торговле.

Определение приставки «over» в словаре Вебстера II — «чрезмерно»: следовательно, подстроенная торговая модель — это модель, «настроенная чрезмерно». Распространив это значение «чрезмерной настройки» на первое определение слова *fit*, мы получим, что подстроенная торговая модель не является подходящей или соответствующей целям реальной торговли. Адаптируя эту идею ко второму определению слова *fit*, получаем, что параметры подстроенной торговой модели не соответствуют подходящим размерам и форме, необходимым для прибыльной торговли.

Подстроенная торговая модель имеет параметры, не соответствующие правильной настройке на ценовые данные. Если посмотреть на это немного с другой стороны, подстроенная торговая модель имеет параметры, не соответствующие цели получения прибыли в реальном трейдинге.

Главное техническое отличие подстроенной торговой модели от правильно протестированной состоит в очень большой разнице между профилями оптимизационной и реальной эффективности. Практический смысл этой разницы обычно виден в том, что отсутствует корреляция между хорошими прибылями в процессе оптимизации и результатами реальной торговли (сопровождающейся чаще чрезмерными убытками).

Особо отметьте, что подстройка возникает тогда, когда нарушена граница между правильной и неправильной оптимизацией торговой модели. Нарушить эту границу легко, и именно поэтому крайне важно строго соблюдать все процедуры правильного тестирования и оптимизации. В этой главе будет разъяснено различие между подстройкой и оптимизацией.

Хотя в рассуждениях на данную тему использовалось много разных терминов, мы рассматриваем термины «настройка по кривую» (*curve fitting*), «подстройка», «чрезмерная оптимизация» и «неправильная оптимизация» в качестве синонимов. Из-за неправильного понимания природы оптимизации некоторые некорректно ставят между понятиями оптимизации и подстройки знак равенства. Вследствие этой ошибки оптимизация неправомерно получила в определенных кругах плохую репутацию.

Мы используем термин *«подстройка»* для указания на неправильно выполненную оптимизацию, посредством которой выделены параметры модели, неспособные обеспечить получение прибыли в реальной торговле.

Мы применяем термин *«оптимизация»*, указывая на правильное выполнение тестовых процедур, посредством которого выделяются параметры торговой модели, подходящие или наиболее приемлемые для получения прибылей в реальном трейдинге.

### **Пример подстроенной прогнозной модели**

Рассмотрим статистика, который строит модель прогнозирования фондового рынка. Один из самых распространенных и эффективных методов решения этой задачи — строить модель с помощью регрессионного анализа. В рамках этого метода статистик «настраивает» прямую линию на данные фондового рынка. После того как это сделано, для получения прогноза вычисляется следующая точка на линии регрессии. Такая модель будет давать прямолинейную проекцию. Хотя эта проекция может не быть очень точной с точки зрения трейдинга, это нормальная статистическая процедура.

После оценки окончательных прогнозов этой модели статистик решает попытаться повысить ее точность. Путем наблюдения он замечает, что фондовый рынок имел несколько больших ралли и спадов. Двигаясь вперед с помощью других доступных статистических методов, по имеющимся данным статистик строит кривую, способную подстраиваться под контуры ралли и спадов. Проверка этой прогностической модели показывает, что она настроена на прошлые данные немного лучше, чем первая прогнозная модель.

Если немного — это хорошо, то больше — лучше, поэтому статистик решает использовать уравнение кривой, описывающей каждый пик и впадину ценовых данных. Обычно это уравнение называют уравнением «более высокого порядка». Полученная в результате прогностическая модель ближе соответствует историческим ценовым данным, чем две предыдущие модели. Видя это, статистик уже подбирает себе особняк и цвет Мерседеса, на котором будет ездить в свою торговую фирму.

Особняк сгорает, а Мерседес разбивается, когда статистик начинает торговлю своей прогностической моделью. Прогнозы, которые она делает в реальном времени, гораздо более ошибочны, чем было подсчитано в процессе тестирования. Модель оказалась намного менее точной, чем первая прогностическая модель.

Что было сделано неправильно? Попытка построить статистически надежную прогностическую модель превратилась в упражнение по подстройке. Почему? Потому что при построении своей прогностической модели статистик нарушил логику статистической теории. Вместо этого им завладела сильная иллюзия построения математической кривой, исключительно соответствующей прошлым данным. Данный сценарий привел к классическому случаю подстройки.

Прогностическая модель была оценена лишь на основе того, как близко она соответствовала прошлым ценовым данным. Вследствие этого статистик израсходовал слишком много степеней свободы, ввел слишком много ограничений и сузил пространство переменных, в результате чего модель оказалась плохой. Что еще более усугубило ситуацию, статистик не сделал вневыборочного или форвардного тестирования прогнозной модели для определения ее прогностических способностей на незнакомых ей данных.

Первая прогнозная модель была настроена на ценовые данные грубо. Ее прогнозы имели широкие доверительные интервалы, торговать по которым оказалось невозможно. Но модель была статистически валидной. Она была построена с достаточным числом степеней свободы, то есть, правильным соотношением числа ограничений, или переменных, и размера выборки. Эта прогнозная модель была проверена посредством вневыборочного тестирования.

Последняя прогнозная модель была жестко настроена на ценовые данные. Однако прогнозы этой модели подтвердили свою несостоятельность. У этой модели нет статистической валидности, так как она была создана с небольшим количеством степеней свободы и слишком большим количеством ограничений (т.е. правил или переменных). Эта модель никогда не тестировалась на произвольных данных.

Статистик уделил внимание лишь тому, как «замечательно» модель соответствовала прошлым ценовым данным. Такое отношение возникло в результате ложной веры в то, что близость соответствия прогнозной модели прошлым ценовым данным есть показатель ее предсказательной ценности. При построении прогностической модели необходимо всегда строго соблюдать правильные процедуры статистического моделирования, как точно так же при построении торговой модели должны соблюдаться правильные процедуры оптимизации.

Среди тех, кто занимается моделированием временных рядов, ходит поговорка: «При достаточном числе переменных кривая может идеальным образом соответствовать любому временному ряду». Однако будет ли эта прекрасно настроенная кривая иметь хоть какую-то предсказательную ценность? Вероятно, нет, если правилам построения модели не было уделено должного внимания. Слишком много ограничений и слишком мало данных приводят к плохой модели.

Это не говорит о том, что модель, хорошо соответствующая базовым данным, обязательно будет плохой. Все упирается в тот факт, что модель любого типа может предсказывать лишь ту часть данных, которая

вызвана случайным движением. Модель, действующая в пределах своих естественных возможностей, настроена правильно, когда ее параметры адаптированы к случайной составляющей ценового движения. Модель настроена неправильно или подстроена, когда ее параметры адаптированы к случайной составляющей ценового движения.

В качестве примечания запомните, что вопрос случайного и неслучайного ценового движения в целом представляет очень сложную в содержательном и техническом плане и противоречивую область. Величина случайной ценовой активности по отношению к неслучайной — единственный предел эффективности моделей. Неспособность прогнозной или торговой модели точно предсказывать или торговать рынком также бывает вызвана естественными пределами, свойственными правилам данной модели. «Разрешение» этих инструментов может быть слишком «грубым» для измерения и предсказания определенных типов ценового поведения с заданным уровнем точности.

### **Пример подстроенной торговой модели**

Те же самые процедурные ошибки, которые приводили к подстройке статистической модели, могут приводить к подстройке торговой системы. При достаточном числе переменных и сканирований многие торговые системы могут в течение оптимизации демонстрировать прибыльность. Однако лишь то, что система выглядит прибыльной в течение оптимизации, никак не гарантирует, что она будет прибыльной в реальной торговле.

Рассмотрим аналогичный пример, в котором трейдер оптимизирует торговую систему построенную на одной скользящей средней. Скользящая средняя сканируется на диапазоне значений от 3 до 15 дней с шагом 1 день на ценовых данных за два года. В результате этой оптимизации трейдер находит, что один набор параметров данной модели принес за два года \$10,000 при проседании \$5,000. Далее модель была протестирована вперед на 6-месячном периоде. За этот период система принесла \$2,000. Это хороший результат. Система работала при форвардной торговле с результатом, примерно сопоставимом с ее годовой нормой прибыли \$5,000 за время оптимизации. Пока все хорошо.

Однако чрезмерно увлекшись теперь торговлей трейдер неосмотрительно потерял бдительность. В качестве измерителя более длинного тренда он добавил в модель вторую скользящую среднюю и просканировал ее от 10 до 100 дней с шагом 5 дней. Первую скользящую среднюю он просканировал от 1 до 31 дня с шагом 2 дня. Теперь трейдер нашел область, в которой оптимизационная прибыль за двухлетний период подскочила до \$25,000 при том же проседании \$5,000. В свете такого фантастического повышения эффективности трейдера начинает лихорадить. В своем ажиотаже он забывает о вневыборочном тесте данной оптимизации.

Объясняя скачок эффективности более чем на 150% добавлением в модель второй переменной, трейдер решает добавить еще пару переменных. Скользящие средние он сканирует таким же образом, как во втором тесте. Но на этот раз он еще сканирует полосу покупки волатильности и полосу продажи волатильности от 0 до 5% с шагом 0.25%. В конце этой оптимизации прибыль за двухлетний период взлетает до \$65,000 при проседании всего \$7,500.

В этот момент трейдер просто теряет самообладание. Он не может дождаться понедельника (к счастью, сегодня суббота), чтобы начать делать деньги. Разочарованный, он усаживается за вневыборочный тест. К его великому удивлению, данная торговая система на 6-месячном вневыборочном тесте теряет \$15,000. И тем не менее, последняя оптимизация была более чем на 600% лучше первой. Что было сделано неправильно? То же самое, что и в примере составителя прогнозов. Трейдер не уделил должного внимания степеням свободы, продолжительностям сканирований переменных, объему выборки данных и вневыборочному форвардному тестированию. К счастью, он провел один форвардный тест, и тайное стало явным до начала торговли по системе в реальном времени, когда убытки стали бы больше, чем страдания его самолюбия.

Торговая модель, которая была правильно протестирована, оптимизирована и прошла форвардную проверку, должна показывать в реальном времени эффективность, аналогичную оптимизационной. Правильные процедуры тестирования напрямую учитывают все необходимые аспекты: (1) достаточное число данных; (2) достаточное число рынков; (3) степени свободы; (4) все правила оптимизации; (5) распределение сделок и прибылей и (6) форвардная проверка. Разработчик торговой модели, уделивший непосредственное внимание всем этим рекомендациям, сделал все, что было в пределах его возможностей. Остальное зависит от рынков.

### **Симптомы подстроенной торговой модели**

Нет ничего проще, чем описать реальные симптомы подстроенной торговой модели: реальные потери. Очевидно, что потери есть у всех торговых систем; но у них есть и выигрыши. Другими словами, момент, когда начинается торговля подстроенной моделью в реальном времени, показывает, что она не имеет предсказательной ценности и не может взаимодействовать с реальной ценовой активностью каким-либо

способом, продуктивным с точки зрения получения реальной прибыли. Результаты реальной торговли такой модели полностью расходятся с результатами тестирования.

В более тонких случаях результаты реальной торговли могут отличаться от тестового профиля в различной степени. Например, средняя проигрышная серия тестового профиля может составлять 3 проигрыша подряд на общую сумму \$4,000. Средняя выигрышная серия может составлять 2 сделки подряд на сумму \$6,500. В реальной же торговле средняя проигрышная серия может составить две сделки подряд на сумму \$4,000. Безусловно, что это не есть катастрофа; однако это может быть симптомом того, что не все так хорошо.

Существует реальная возможность того, что подстроенная торговая модель по воле случая принесет прибыль или две, или три, после которых она попадет в череду нескончаемых убытков. Такая ситуация даже хуже первого случая, потому что неискушенный трейдер будет более обескуражен таким оборотом событий. Случайные прибыли могут заставить трейдера ошибочно полагать, что в данной модели «просто что-то чуть-чуть не так». Это может быть правдой, но скорее всего это ложь.

Другой тонкий симптом подстройки можно определить только путем сравнения форвардного показателя эффективности торговой модели с ее доходностью в реальной торговле. Вспомните, что форвардный показатель эффективности — это отношение средней годовой форвардной прибыли к средней годовой оптимизационной прибыли. Реальная доходность должна быть сравнительно близка к форвардной доходности. Если она кардинально отличается от последней в течение достаточно продолжительного периода времени, то скорее всего это симптом подстройки. Однако, обычно ситуации такого рода поправимы. Если модель прошла форвардный тест, то по всей вероятности она работоспособна. Работоспособная модель может быть слегка подстроенной, если возникают небольшие расхождения в результатах реальной и тестовой торговли. Например, возможно, недостаточно большой была выборка данных, число степеней свободы было на пределе возможного или диапазоны сканирования переменных были слишком короткими. Такие ошибки могут быть исправлены, а исходные тестовые процедуры — модифицированы и выполнены заново.

## Причины подстройки

Причина подстройки — в нарушении правил тестирования и оптимизации. Есть шесть типов таких нарушений:

1. Слишком много правил и условий, ограничивающих число степеней свободы.
2. Выборка данных слишком мала.
3. Неполный анализ статистической характеристики торговой системы.
4. Неполный анализ результатов оптимизации.
5. Неправильные методы оптимизации.
6. Отсутствие постоптимизационной проверки.

## Степени свободы

Главное правило статистического моделирования состоит в том, что слишком большое число ограничений приводит к неправильным результатам. Другими словами, если переменные торговой модели задействуют слишком много ценовых данных, или если существует слишком мало сделок по сравнению с количеством правил и объемом данных, то результаты оптимизации сомнительны. Степени свободы неразрывно взаимосвязаны с размером выборки. Наложение на неновые данные слишком многих ограничений — основная причина подстройки.

Вообще говоря, степени свободы в тестировании в значительной степени представляют собой попытку выразить количественно связь между размером выборки и налагаемым условием. Есть два способа рассмотрения степеней свободы.

## Степени свободы с точки зрения объема данных

Для того чтобы использовать степени свободы применительно к данным, считайте, что каждый элемент данных, требующий каких-либо вычислений, представляет одну степень свободы. Каждое правило торговой модели использует как минимум одну степень свободы.

Рассмотрим два примера, в которых используется выборка данных двухлетней ценовой истории по четырем элементам цены — открытиям, максимумам, минимумам и закрытиям, или в общей сложности 2080 элементов данных.

Сначала система применяет 10-дневную среднюю максимумов и 50-дневную среднюю минимумов. Средняя 1 использует 11 степеней свободы: 10 максимумов плюс одно правило. Средняя 2 использует 51 степень свободы: 50 минимумов плюс одно правило. Всего использовано 62 степени свободы.

Вторая система применяет 10-дневную среднюю закрытий и 50-дневную среднюю закрытий. Средняя 1 использует 11 степеней свободы: 10 закрытий плюс одно правило. Средняя 2 использует всего 41 степень



свободы: 40 дополнительных закрытий плюс одно правило. Всего использовано 52 степени свободы. Забудьте, что элементы данных, использовавшиеся дважды, считаются один раз.

### Степени свободы и уверенность

Неотъемлемая заповедь статистического моделирования — слишком большое число правил и ограничений приводит к ненадежным результатам. Другими словами, если в торговой модели слишком много переменных (по отношению к числу выбранных сделок или даже к объему данных), то оптимизационные результаты сомнительны. Это кратко обсуждалось в Главе 4.

Наложение на ценовые данные слишком многих ограничений — основная причина подстройки. Но для разработчика моделей не всегда очевидно, что в этом виноват он (или она). Например, в каждый новый день система стоит перед выбором, какое правило из 250 применить. Правило может быть очень конкретным, например, «Купить и держать до получения прибыли \$250». С помощью многократного компьютерного тестирования, может быть найден правильный вариант для получения прибыли, исходя из ежедневных ценовых движений прошлого года. Тогда мы имеем следующее выражение:

$$f(250 \text{ дней}, 250 \text{ правил}) = \text{Идеальный трейдинг}$$

Однако это было бы очевидно каждому. Использование всего двух правил (покупки и продажи) применительно к каждому дню также принесет большую прибыль — но не такую большую, как в случае (1). Такая модель будет выглядеть следующим образом:

$$f(250 \text{ дней}, 2 \text{ правила}) = \text{Ежедневные прибыли}$$

Поскольку правила не были достаточно конкретны, чтобы улавливать прибыли на уровне их дневных максимумов, нам придется удовлетвориться субоптимальными гипотетическими прибылями. Но это еще один случай выяснения правила, которое следует применять, путем «заскакивания» вперед данных и выбора действительно работавшего правила. В реальной торговле такого выбора нет.

На практике оптимизация часто содержит менее заметные формы подстройки. Это может быть:

- Поочередное (по одному за раз) добавление правил, для наблюдения повышения эффективности (и исключение неработающих правил);
- Тестирование многих вариантов одного и того же правила (например, скорости скользящей средней).

Поиск прибылей неизбежно предполагает анализ предыдущего тестового прогона (или набора тестов), нахождение неприемлимых сделок и формулирование новых правил для корректировки результата. Иногда эти правила улучшают результаты, но часто они вызывают такие же сложные проблемы в другом временном периоде.

Каждое протестированное новое правило, как применяемое, так и исключенное, является одной из тех потерянных степеней свободы, которые никогда не будут восполнены. Если вы находите одно работающее правило путем тестирования 250, нашли ли вы истинный рыночный образец?

Рассмотрим следующее: вы обнаружили, что производство кофе в Бразилии в точности предсказывало последующий (двумя месяцами позже) урожай зерновых в Северной Африке в течение всех последних 20 лет. Это важная информация, поскольку она позволяет определить спрос на зерновые. Дальнейшее исследование показывает, что эту связь можно объяснить климатическим влиянием Гольфстрима, протекающего от Восточного побережья Южной Америки к Среднему Востоку. Сможете ли вы извлечь преимущество из этой зависимости? Не исключено.

Но что если вам сообщили, что для нахождения этих 20 успешных испытаний из 20 возможных исследовались 100 разных стран, и лишь в одной из них испытания оказались успешными? Что если данная зависимость не подтвердилась на данных за 5 лет, предшествующих 20-летнему периоду испытания? То, чего вы не знаете, может нанести вам ущерб. Аналогично, тестирование слишком большого количества правил и условий, сокращение периода данных и сужение диапазонов переменных, — все это неявные способы самообмана.

Степени свободы — это способ ведения учета данных огрехов. Рассмотрим два крайних случая. Первое, посредством правил вы задаете систему: *покупать, когда сегодняшнее закрытие выше трех предыдущих закрытий и сегодняшний минимум выше вчерашнего, и закрывать эту позицию, когда сегодняшнее открытие или минимум ниже вчерашнего минимума.*

Возможно, это отражает некоторые наблюдения, сделанные вами в течение нескольких прошлых лет слежения за рынком. Вы прогоняете эту модель на 5 годах дневных данных, и она оказывается прибыльной в 4 годах из 5, принося 30% годовых. Это подтверждает вашу теорию. Вы применили 2 правила и один тест данных за 1250 дней, получив 350 сделок. Это удовлетворяет всем критериям.

Другой трейдер полагает, что система основанная на скользящих средних будет работать, пока контролируется риск. На данных за 1250 дней он тестирует 49 скользящих средних, в диапазоне от 2 до 50, и



20 стоп-лоссов, от \$50 до \$1,000 с шагом \$50, то есть в общей сложности 980 комбинаций. Результаты показывают, что 20% этих тестов прибыльны и лучший вариант дает годовую доходность 70%. Но 980 тестов проводились на 1250 элементах данных. Это должно существенным образом снизить ваше доверие к полученным результатам и поставить вопрос — «Правильна ли эта система, или она является очередным подтверждением эффекта Гольфстрима?»

Первый случай был явно идеализирован. Подтверждение теории с первой попытки вызывает много вопросов. Но важен принцип. Тщательно подумайте, прежде чем добавлять и тестировать новое правило. По возможности старайтесь сделать каждое правило последним, поскольку каждое правило уменьшает число степеней свободы, а вместе с ней и вашу уверенность в модели. Думайте об этом как о съемке кинофильма, каждый кадр которого стоит \$100,000.

Для обеспечения статистической валидности как минимум 90% степеней свободы должно остаться после вычета всех правил, индикаторов и затрат для выхода системы на рабочий режим. Степени свободы могут быть чрезмерно ограничены:

1. Слишком маленькой выборкой данных.
2. Слишком большими затратами при выходе системы на рабочий режим.
3. Слишком большим количеством правил.
4. Слишком большим числом переменных (любых элементов модели, использующих данные).

К сожалению, большинство программных пакетов для трейдинга не вычисляют степени свободы. Но знать их необходимо, поскольку они представляют очень важную составляющую разработки процесса тестирования. Недостаточное число степеней свободы — одна из наиболее распространенных причин подтормаживания.

К счастью, здравый смысл и осторожное обращение с разработкой и организацией процесса тестирования и оптимизации помогают легко исправить эту оплошность. Используйте достаточно большую тестовую выборку. Делайте допуск на пусковые затраты. Всегда, когда есть возможность, проводите тестирование с числом степеней свободы, превышающим 90%. В отношении степеней свободы «больше» определенно означает «лучше».

### Объем выборки

Объем тестовой выборки оказывает большое влияние на другую область, крайне важную для правильного тестирования. Объем выборки должен быть достаточно большим, позволяющим системе генерировать статистически значимую выборку сделок. Выборка из одной сделки определенно не является значимой, в то время как выборка из 50 или более сделок будет, как правило, адекватной. Тем не менее, ограничения, накладываемые торговой системой, или ограничения на доступ к данным могут иногда вынуждать принимать решения на основе выборки менее чем из 30 сделок. В таком случае аналитик должен оценивать каждую из остальных категорий с повышенной осторожностью.

Здесь полезно руководствоваться формулой стандартной ошибки. Следующие четыре примера показывают слишком маленькую выборку, выборку из 50, 100 и 300 элементов:

Стандартная ошибка =  $1/\sqrt{\text{размер выборки}}$

*Выборка из 10 сделок*

$$\begin{aligned}\text{Стандартная ошибка} &= 1/\sqrt{10} \\ &= 1/3.162 \\ &= 31.6\%\end{aligned}$$

*Выборка из 50 сделок*

$$\begin{aligned}\text{Стандартная ошибка} &= 1/\sqrt{50} \\ &= 1/7.07 \\ &= 14.1\%\end{aligned}$$

*Выборка из 100 сделок*

$$\begin{aligned}\text{Стандартная ошибка} &= 1/\sqrt{100} \\ &= 1/10 \\ &= 10\%\end{aligned}$$

*Выборка из 300 сделок*

$$\begin{aligned}\text{Стандартная ошибка} &= 1/\sqrt{300} \\ &= 1/17.3 \\ &= 5.7\%\end{aligned}$$

Скорость торговли у разных систем разная. Например, долгосрочная торговая система, торгующая, скажем, от 2 до 4 раз в год, для получения 50 сделок потребует очень много данных. Кроме того, она будет содержать индикаторы, использующие много степеней свободы, и будет приносить много пусковых расходов. Наоборот, краткосрочной системе, торгующей дважды в неделю, для генерации 50 сделок

потребуется меньше данных, она будет использовать гораздо меньше степеней свободы и будет иметь незначительные пусковые расходы данных.

### Оценка сделок

Хотя неправильная оценка сделок не является прямой причиной подстройки, но ее неверное применение является распространенной причиной неудач. Поэтому в порядке повторения стоит уделить ей особое внимание. Как детально описывалось в Главе 8, неправильная оценка выборки сделок может приводить к провалу модели в реальной торговле.

На одну сделку не должно приходиться более 30% общей прибыли, особенно, если размер торговой выборки превышает два или три года. Выигрышные сделки должны быть распределены по выборке равномерно, и чем равномернее, тем лучше. Это указывает на более жизнеспособную торговую модель. Проигрышные сделки тоже должны быть распределены равномерно. Опять же, чем равномернее, тем лучше.

Следует стремиться к равномерному распределению прибылей и убытков от периода к периоду, например, от месяца к месяцу, или от квартала к кварталу. Чем это распределение равномернее, тем лучше. Любая избыточная концентрация подозрительна. Чем равномернее распределение торговой модели, тем она более жизнестойка, а следовательно — более надежна.

### Оценка оптимизации

Неправильная оценка результатов оптимизации может приводить к подстройке. Помните, что оптимизация есть инструмент нахождения устойчивой торговой стратегии, а значит, результаты последовательности оптимизационных тестов должны подтверждать надежность данного метода. Это возможно в случае, когда большой процент тестов был прибыльным, независимо от конкретных параметров (то есть, длины скользящей средней или величины стоп-лосса), используемых в этих тестах.

Первое, тесты должны включать широкий диапазон параметров, которые вы считаете подходящей вводной информацией. Это могут быть скорости скользящих средних от 2 до 100 дней и максимальные убытки от \$50 до \$5,000. Распределение тестов должно быть таким, чтобы при переходе к другой скорости скользящей средней число сделок менялось равномерно. Это означает тестирование более широких интервалов по мере возрастания периода скользящей средней.

Устойчивый тестовый результат — это такой результат, когда средняя всех тестов положительна. И все же еще лучше, когда средняя всех тестов положительна на 1 стандартное отклонение. Это равнозначно тому, что 67% всех тестов являются прибыльными.

Результаты с более низкими доходностями допустимы, если все прибыльные тесты сгруппированы и продолжают демонстрировать стабильные положительные результаты по мере увеличения или уменьшения параметров в направлениях границ тестирования (to the extremes tested). Например, скользящие средние от 2 до 20 дней не были прибыльными, но улучшали показатели по мере увеличения их периода. Прибыли появились, когда тестовый период превысил 20 дней, пик прибылей наблюдался на уровне 35 дней и от 35 до 100 дней модель оставалась прибыльной.

Беспорядочные результаты, то есть результаты, не имеющие различимого паттерна, должны отвергаться. Изолированные области успеха, независимо от величины прибыли, представляют специфическую комбинацию параметров, работающих на конкретном рыночном паттерне, и не являются признаком устойчивой стратегии; наоборот, это следует считать «точной настройкой».

Изменения правил и модификация торговой стратегии должны улучшать среднюю всех тестов без увеличения стандартного отклонения. Это показатель всеобщего улучшения, а не настройки на специфические ценовые паттерны.

### Всплеск прибыли

Другая типичная причина подстройки — выбор в качестве топ- модели всплеска прибыли. Вспомните, что всплеск прибыли это прибыльная модель, соседи которой либо гораздо менее прибыльны, либо убыточны (см. Рис. 7-2). Это серьезная проблема, поскольку большинство коммерческих программ для трейдинга будут допускать всплеск прибыли в качестве приемлемой модели. Некоторые методы оценивания направлены на минимизацию этой проблемы. Рассмотрение более чем одной топ-модели — один из способов решения данной проблемы. Другой способ — рассматривать среднюю топ-модели и ее соседей.

Выбор всплеска прибыли — плохой выбор. Это статистическая аномалия, образованная набором параметров торговли, отступление от которого всего на один шаг приводит почти к пагубному падению результатов. Например, допустим, что при периоде 10 дней модель скользящей средней дает прибыль \$20,000. 9-дневная средняя показывает прибыль \$3,000, а 11-дневная — убыток (\$2,000). Это из рук вон плохо. Данная 10-дневная средняя демонстрирует плохую эффективность при удалении всего на один шаг в любую сторону. Эта модель 10-дневной средней есть неприемлемый всплеск прибыли и является, по всей видимости, статистическим выбросом.

В отличие от этого, рассмотрим ту же модель 10-дневной средней с прибылью \$20,000. 9-дневная средняя показывает теперь прибыль \$18,000, а 11-дневная — прибыль \$19,000. Данная торговая модель более устойчива.

Всплеск прибыли — не лучший выбор для целей трейдинга. Оценка топ-модели вместе с ее соседями — более хороший способ выделения устойчивой торговой модели.

### Чрезмерное сканирование

Другая прямая причина подстройки — неподходящий метод оптимизации, называемый чрезмерным сканированием, который возникает в двух случаях. Первый — это проведение сканирования переменной с шагом, который изначально слишком мал и несообразен оптимизации. Второй случай — когда выделен прибыльный диапазон переменных, который затем опять же сканируется недостаточно большим шагом.

Для иллюстрации первого вида нарушения рассмотрим систему двух скользящих средних. Первая средняя отслеживает изменения краткосрочного тренда. Такие тренды будут варьироваться по длине от 2 до 10 дней. 3-дневный тренд сильно отличается от 4-дневного, поскольку использует на 1/3 больше данных. Поэтому целесообразно оптимизировать эту среднюю от 2 до 10 дней с шагом 1 день.

Вторая средняя тестирует изменения долгосрочного тренда. Такие тренды могут варьироваться по длине от 30 до 100 дней. Поскольку вторая средняя измеряет долгосрочные тренды, результаты 90-дневной средней очень близки к результатам 91-дневной средней, которая по объему используемых данных отличается от нее всего на 1/90. Следовательно, оптимизация данной средней от 30 до 100 дней с шагом 1 день была бы чересчур точной; это не согласуется с размером шага первой скользящей средней.

Снова обратившись к теории, лежащей в основе данной торговой системы, мы видим, что изменение от 90- до 95-дневной скользящей средней представляет собой изменение, согласующееся с остальным тестовым пространством. Следовательно, подходящей будет оптимизация этой средней от 30 до 100 дней с шагом 5.

Последствия чрезмерного сканирования из-за использования постоянного или неправильного размера шага заключаются в том, что тестовые результаты не дают правильного представления о стратегии. В самом общем случае выявляются более долгосрочные тренды, при этом полностью выпадают «быстрые» модели.

### Сужение диапазона сканирования

Как только прибыльное подмножество исходных диапазонов сканирования выделено, неизбежно возникает желание провести более точные сканирования. Мы намерены дойти до самой прибыльной комбинации параметров. Хотя эта процедура в определенной степени значима, она может вносить ошибку.

Сужение диапазона сканирования до известной прибыльной области будет, по определению, повышать среднюю эффективность всей серии новых тестов. Что это дает? При правильном использовании это показывает:

- стабильность на тестируемых диапазонах;
- неустойчивость, свидетельствующее о подстройке или о нестабильных результатах, и
- распределение результатов, позволяющее выбрать лучший параметр.

Как только этот ограниченный тест выполнен и результаты проанализированы, возникает тенденция изменить стратегию для устранения проблем или повышения прибылей. Перезапуск тестов на этом же узком диапазоне сканирования будет подтверждать успешность сделанных изменений на конкретном рыночном паттерне. Но насколько надежны эти изменения? Узнать это можно лишь путем перезапуска сканирования исходного широкого диапазона, позволяющего увидеть, действительно ли произошло улучшение средней всех тестовых результатов. Изменения, улучшающие только небольшую группу тестов, являются точной настройкой на данные или подстройкой. Эта техника приводит к улучшению результатов, но она не имеет прогностической способности. Сужение диапазона сканирования — ценный метод выявления проблем, но не следует его использовать для тестирования новых правил и условий.

### Форвардный тест

Роль форвардного теста в борьбе с подстройкой невозможно переоценить. При каждом без исключения проведении тестирования или оптимизации необходимо взять за правило принятие необходимых мер предосторожности. Однако форвардный анализ — это принципиально важная часть тестирования. Независимо от того, насколько хорошую эффективность показывает торговая система при тестировании и оптимизации, если она не «идет вперед» (то есть, не показывает такую же эффективность во вневыборочном постоптимизационном трейдинге), то эта торговая модель не работает. Данный вопрос обсуждался в Главе 7.

Стоит повторить, что благодаря подстройке, плохая модель может казаться превосходной. И наоборот, избыточная оптимизация может приводить к тому, что при форвардном анализе торговая модель будет выглядеть плохо. Вычисление форвардного показателя эффективности — одно из основных достоинств форвардного анализа.

Как форвардный анализ раскрывает избыточность оптимизации? Самый важный показатель — приносит ли модель прибыль при движении вперед. Вторичный показатель — ритм или уровень эффективности, с которым модель приносит форвардную прибыль. Первое очевидно и не требует дальнейшего обсуждения.

Вопрос форвардной эффективности — менее известный и более тонкий. Как говорилось в Главе 7, правильно оптимизированная модель будет приносить форвардные прибыли способом, в общем согласующимся с ее торговлей в течение оптимизации. Другими словами, предположим, что торговая модель имеет следующий оптимизационный профиль:

- Прибыли \$10,000 в год.
- 12 сделок в год.
- 65% выигрышей и 35% проигрышей.
- Проседание на \$4,000 из 4 сделок.
- Средняя выигрышная серия — 2 сделки на сумму \$2,500.
- Средняя проигрышная серия — 3 сделки на сумму \$1,500.

Напомним, что этот оптимизационный профиль представляет среднюю многих разных оптимизаций. Если модель оптимизирована правильно и рыночные условия остаются в рамках граничных условий, включенных в оптимизационные данные, то на протяжении какого-то периода времени постоптимизационная или форвардная эффективность должна быть достаточно близка к оптимизационному профилю.

Вспомните, что показатель форвардной эффективности (WFE), полученный в процессе форвардного теста — это отношений среднегодовой форвардной прибыли к среднегодовой оптимизационной прибыли. Формула следующая:

WFE : Форвардная эффективность  
AAOP : Среднегодовая оптимизационная прибыль  
AAWFP : Среднегодовая форвардная прибыль  
$$WFE = AAWFP / AAOP$$

Этот показатель делает процесс оценки очень простым. Хорошо, когда форвардный тест показывает прибыль и WFE как минимум 50%. Чем ближе форвардная эффективность к 100%, тем лучше. Есть наблюдения, согласно которым надлежащим образом оптимизированная торговая модель может приносить форвардные и реальные прибыли, на коротком периоде превышающие результаты оптимизации. Такое может возникнуть у системы построенной на трендовоследящих скользящих средних, когда на рынке сильный тренд с хорошей свинговой волатильностью и возросшей ликвидностью. Другими словами, торговая модель может превосходить свой оптимизационный профиль, когда она начинает торговать на очень благоприятном для нее рынке.

Рассмотрим ситуацию, отличную от только что описанной идеальной ситуации, в которой торговая модель в течение оптимизации была исключительно эффективной. При форвардном тестировании она дает очень скромную прибыль при очень низкой форвардной эффективности, составляющей 10%. Что это значит? Модель работает, поскольку демонстрирует постоптимизационную прибыль. Однако этот уровень эффективности очень низок.

Это может быть по трем причинам. Модель могла просто быть слабой: устойчивой, но по какой-то причине не очень эффективной. В данном случае от модели следует отказаться или рассмотреть вопрос о модификации ее структуры. Второе, модель могла быть чрезмерно оптимизирована при недостаточном внимании к степеням свободы, размеру выборки, диапазонам сканирования и т.д. Если установлено, что причина именно в этом, решением может быть новый форвардный тест, после должных исправлений. Третья и наиболее тонкая причина — в том, что размер окна форвардного теста мог быть слишком мал, вследствие чего модель оказалась зажатой и не смогла показать должной результативности. Решением может быть эксперимент с разными размерами оценочных и тестовых окон.

## Резюме

Форвардный анализ должен быть финальным арбитром работоспособности торговой модели. Если модель проходит форвардный тест с прибылью, стабильностью и приличной WFE, этой моделью можно уверенно торговать в реальном времени. Если в форвардном тесте модель показывает убытки, то это тупик. Если же модель демонстрирует номинальную прибыль и низкую форвардную эффективность, она требует доработки.



# Глава 10

## Оценка реальной торговли

Путь от торговой идеи до ее реализации, через стадии ее усовершенствования, тестирования и оптимизации — долгий путь. Тем не менее, он оправдан, когда хорошо продуманная и тщательно протестированная торговая модель начинает приносить прибыли в режиме реального времени.

До наступления эры микрокомпьютеров была слишком распространена практика начинать торговлю хорошей идеей после того, что сегодня можно было бы назвать беглым и поверхностным тестированием. Исходом обычно были проигрышные сделки. Причина этого понятна всем читателям, дочитавшим книгу до этого места.

Приход микрокомпьютеров сберегает деньги многими способами. Однако в первую очередь микрокомпьютер сберегает деньги трейдера путем предотвращения плохих сделок на торговом счете трейдера. Компьютерное время, независимо от того, как много вы его расходуете, обычно намного дешевле неучтенных торговых ошибок, которых можно было бы избежать.

После того как торговая модель прошла тестирование с устойчивой прибылью, она по-прежнему нуждается в постоянной оценке и в процессе реальной торговли. Есть три способа оценить реальную эффективность:

1. Доходность на инвестицию.
2. Максимальный убыток.
3. Реальная эффективность по сравнению с тестовой эффективностью

### Доходность на инвестицию

Точно так же, как эффективность торговой модели по прибыли, полученной в течение тестирования, должна сравниваться с другими инвестициями, конкурирующими за торговый доллар, таким же образом необходимо сравнивать реальную эффективность. Хотя это может показаться очевидным, сравнительная доходность на инвестицию — один из трех критически важных показателей эффективности модели, торгующей в режиме реального времени.

Если доходность на инвестицию данной торговой модели бледнеет по сравнению с другими инвестициями, трейдер, будучи расчетливым бизнесменом, должен принять решение. Необходимо определить, почему эффективность модели низка по сравнению с другими инвестициями. Это может быть вызвано четырьмя факторами:

- Слабая торговая стратегия.
- Ограниченные рыночные возможности.
- Появление новой, более перспективной инвестиции или торговой модели.
- Худшие показатели текущей модели при торговле в реальном времени по сравнению с тестовыми показателями.

### Слабая стратегия

Если по какой-то причине торговая модель показывает результаты ниже уровня ваших финансовых ожиданий, единственная альтернатива — отказаться от нее в пользу более перспективных, превосходящих ее моделей. Конечно, трейдер всегда может вернуться к чертежной доске в порыве улучшить данную стратегию.

### Ограниченные возможности рынка

Падение рыночной активности — это, как правило, время, когда рынок предоставляет мало прибыльных возможностей. Такое состояние обычно характеризуется низкой волатильностью и отсутствием трендов. Цены могут пребывать в таких условиях, дающих мало возможностей, дни, недели, месяцы и даже годы.

Знание исторических характеристик рынка может помочь в формировании грамотного бизнес-решения. Например, рассмотрим рынок, подверженный продолжительным периодам низкой волатильности и застоя. Если в течение нескольких последних месяцев рынок пребывает в таком состоянии, это может быть основанием для отказа от данной торговой модели в пользу других, более предпочтительных возможностей на более активных рынках, даже если модель ведет себя в соответствии с ожиданием.

Если трейдер находит лучшее направление инвестиций или лучшую торговую модель, он должен объективно оценить обе инвестиции по всем признакам и выбрать лучшую из них. Чтобы быть лучшим,

торговый инструмент должен иметь более высокую доходность на вложенные средства при том же риске, либо ту же доходность при меньшем риске.

Процесс принятия решения более сложен, когда торговая модель показывает эффективность ниже ожидаемого уровня, по сравнению с торговой эффективностью во время тестирования. Это подробно описано в разделе «Реальная эффективность по сравнению с тестовой».

## Максимальный убыток

Второе важное соображение при оценке реальной эффективности — риск потери слишком большой части торгового капитала, в результате чего продолжение торговли станет невозможным. До начала трейдинга необходимо установить порог убытков или системный стоп-лосс, которые будут в определенный момент требовать отказа от торговой модели.

Факторы, определяющие этот уровень, следующие:

1. Минимальный торговый капитал, необходимый для постоянного финансирования требуемой маржи, обеспечивающей торговлю с теми же обязательствами.
2. Решение об ограничении убытков заранее установленным процентом торгового капитала.
3. Проседание, превышающее заранее заданный процент максимального проседания, имевшего место при тестировании.

Все три критерия являются основанием для принятия решения по уровню, на котором текущая эффективность перестает соответствовать вашим ожиданиям.

Этот порог или лимит убытков известен как системный стоп-лосс. Торговля по системе прекращается, если она приносит убытки, превышающие системный стоп-лосс. Например, если для инвестиции \$30,000 установлен системный стоп-лосс \$10,000, то при превышении убытками этой величины торговля по системе останавливается.

Системный стоп-лосс основан на стоимости трейдинга и профиле риска модели, определенных в процессе тестирования. Он рассчитывается следующим образом:

Максимальное проседание	:	\$5,000	Фактор безопасности
проседания	:	2	
Системный стоп-лосс	:	Максимальное проседание X	
Фактор безопасности			
Системный стоп-лосс	:	\$5,000 X 2	
Системный стоп-лосс	:	\$10,000	

Стоп-лосс торговой системы аналогичен стоп-лосс ордеру, устанавливаемому для какой-либо открытой позиции. Точно так же, как стоп-лосс ордер ограничивает величину капитала, которым вы будете рисковать в сделке, системный стоп-лосс ограничивает величину подвергаемого риску капитала при торговле по системе в целом. Следовательно, его следует рассматривать в том же ракурсе и применять так же последовательно. Необходимость в системном стоп-лоссе — это та причина, по которой нужно точно измерять риск торговой системы.

Успешная торговая модель тоже будет генерировать проигрышные серии. Трейдинг может продолжаться лишь до тех пор, пока имеется достаточный торговый капитал. Правильно рассчитанный системный стоп-лосс будет определять величину торгового капитала, необходимую для продолжения торговли после возникновения характерной проигрышной серии. Напротив, когда возникает проигрышная серия, превышающая ваши ожидания, торговля должна прекращаться.

Тестовый профиль устанавливает денежную величину максимального проседания. Чтобы иметь допуск на изменения волатильности и ошибку выборки, фактический системный стоп-лосс должен умножаться на определенное число. При установке данного лимита убытков необходимо рассмотреть изменения волатильности. Другими словами, если известно, что при среднечасовой волатильности в 4 пункта максимальное проседание составляет \$4,000, то для среднечасовой волатильности в 6 пунктов соответствующим будет проседание \$6,000.

Фактор безопасности, то есть, заранее установленное значение, на которое умножается максимальное проседание, основан на консервативном допущении возможности выхода за рамки тестовых результатов. Например, при факторе безопасности 2 максимальное проседание \$4,000 будет удвоено для получения системного стоп-лосса \$8,000.

Максимальное проседание может быть превышено, если, к примеру, на рынке возникает период застоя, превышающий по продолжительности любой аналогичный период во время тестирования. Максимальное проседание также может быть превышено, если текущая волатильность выше волатильности неновой активности, при которой это максимальное проседание имело место.

На самом деле, многие профессиональные трейдеры вычисляют системный стоп-лосс, умножая максимальное проседание на три. Например, если максимальное проседание равно \$5,000, то при начале



трейдинга будет установлен системный стоп-лосс, равный 300% от этой суммы, т.е. \$15,000. Требуемый капитал будет равен марже плюс этот системный стоп-лосс, и тогда даже при возникновении убытков, в три раза превышающих максимальное проседание, торговля по системе может по-прежнему продолжаться.

### Защита капитала

Установка системного стоп-лосса также продиктована соображениями защиты капитала. Независимо от того, насколько торговая система прибыльна, крайне маловероятно, что она принесет прибыль при торговле с недокапитализированного счета. Все торговые системы имеют требование по величине минимального капитала. Способ расчета требуемого капитала основан на объединении требуемой маржи и увеличенного максимального проседания. Например, предположим, маржа составляет \$5,000 на контракт, проседание равно \$5,000 и поправка на риск равна 3. Тогда капитал, требуемый для торговли по данной системе, равен \$20,000. Он вычисляется следующим образом: маржа \$5,000 плюс утроенное проседание \$5,000 равно \$20,000.

Другой подход — установить до начала торговли процент торгового капитала, который может быть потерян до прекращения торговли. Это может быть альтернативой системному стоп-лоссу и является другим подходом к защите капитала. Например, допустим, что установлен 40-процентный лимит на потерю капитала и счет равен \$25,000. Если убытки превысят \$10,000 ( $\$25,000 \times 0.4 = \$10,000$ ), то трейлинг прекращается. Вычислять эту величину следует таким образом, чтобы она согласовывалась с торговыми требованиями и учитывала анализ риска. Чтобы гармонизировать оба этих требования, требуемый торговый капитал рассчитывается так:

Системный стоп-лосс	: Максимальное проседание X
Фактор безопасности	
Системный стоп-лосс	: \$5,000 x 3
Системный стоп-лосс	: \$15,000
Требуемый капитал	= Системный стоп-лосс/
Стоп-лосс капитала	
Требуемый капитал	= \$15,000/40%
Требуемый капитал	= \$37,500

При этом методе системный стоп-лосс и стоп-лосс капитала одинаковы; то есть, потеря \$15,000, представляющая системный стоп-лосс, является также стоп-лоссом капитала ( $\$37,500 \times 40\% = \$15,000$ ).

### Сравнение реальной эффективности с тестовой

Чаще всего о системе судят по ее прибыли. Прибыль побуждает трейдера к продолжению торговли. Однако второй уровень суждения касается «качества» этой прибыли. Необходимо оценить реальную торговую эффективность модели в контексте ее тестовой эффективности. Торговая модель функционирует должным образом, если ее эффективность при реальном трейдинге «эквивалентна» ее тестовой эффективности. Вот простейший пример: если торговая модель при тестировании приносит среднемесячную прибыль \$1,000, то эффективность за три месяца, представленная реальными убытками \$2,000, безусловно, не является «эквивалентной».

Реальный трейдинг одинаково легко может начаться как с проигрышной, так и с выигрышной серии. Любая эффективность реальной торговли может быть допустимой, если она согласуется с профилем, найденным при тестировании. Цель этого раздела — обсудить, что происходит, когда эффективность не согласуется с результатами тестирования.

Если реальный трейдинг начинается с нескольких убытков, трейдеры часто говорят, что «торговая модель развалилась» и прекращают торговлю. Возможно, это так, а возможно и нет. Нельзя узнать, «развалилась» ли торговая модель, если до начала реальной торговли не было четко определено, что значит «развалилась». Рынки действительно меняются, и даже хорошая модель может приносить убытки, превышающие обнаруженные при тестировании. И у хороших моделей есть проигрышные сделки.

Шансы того, что первая реальная сделка будет выигрышем или проигрышем, равны отношению прибыльных сделок к убыточным, найденному при тестировании. Вероятно, реальная эффективность будет немного хуже. То же самое справедливо в отношении шансов того, что первая серия сделок будет выигрышной или проигрышной. Большинство трейдеров в гораздо большей степени способны хладнокровно принимать выигрыши, чем проигрыши. Сюрприз, сюрприз! Однако трейдер должен понимать, что если первая сделка оказывается выигрышной, это вызвано скорее везением. А учитывая то, как первый выигрыш может раздувать эго некоторых трейдеров, в долгосрочном плане это может фактически обернуться провалом.

До начала реальной торговли крайне важно, чтобы у трейдера были реалистичные ожидания относительно торговой эффективности, основанные на историческом тестировании. Без этого трейдер не может оценить реальную эффективность, ни прибыльную, ни убыточную.

Чтобы сделать такую оценку, трейдеру необходима детальная статистическая оценка как тестовой, так и реальной эффективности торговли. Тестовый профиль состоит из набора статистических показателей торговой эффективности, найденных при тестировании. Подобный торговый профиль есть и у реальной эффективности. Следующие статистические показатели необходимо записывать как для исторической, так и для реальной эффективности торговли:

1. Годовая прибыль.
2. Число сделок за год.
3. Процент выигрышных сделок.
4. Наибольший выигрыш.
5. Средний выигрыш.
6. Временная продолжительность среднего выигрыша.
7. Наибольший убыток.
8. Средний убыток.
9. Временная продолжительность среднего убытка.
10. Средняя выигрышная серия.
11. Наибольшая выигрышная серия.
12. Средняя проигрышная серия.
13. Наибольшая проигрышная серия.
14. Максимальное проседание счета.
15. Максимальный взлет (runup) счета.

Максимальное балансовое проседание — это денежное выражение крупнейшего снижения собственного капитала до возникновения нового максимума собственного капитала. Максимальный балансовый взлет — это денежное значение крупнейшего повышения либо с момента начала инвестиции, либо от точки максимальных убытков, до максимума собственного капитала.

Серия сделок определяется числом сделок подряд. Относительно этих серий необходимо вести следующую статистику:

- прибыль или убыток.
- Число сделок.
- Какова продолжительность серии в днях, часах и т.п.

Чтобы судить о «качестве» реальной торговли, трейдер периодически сравнивает торговый профиль с тестовым профилем.

### ***Сравнение тестового и торгового профилей***

Как быстро можно составить мнение о модели в реальной торговле? По правде говоря, не слишком быстро. Как и при тестировании, для формирования твердого суждения необходимо получить статистически значимое число сделок. Нельзя судить о реальной эффективности только по одному выигрышу или проигрышу, если только один из них не является очень крупным выбросом.

Слабая модель часто будет ясно проявлять себя посредством серии убытков, сразу достигающей системного стоп-лосса. Если такое происходит, трейдинг прекращается. Это капиталосберегающая функция системного стоп-лосса.

Поскольку в пределах типичной эффективности валидная торговая модель может сгенерировать проигрышную серию, как отличить неудачу от правильной эффективности? Ответ дает сравнение тестового и торгового профилей.

Плохая модель будет показывать результаты, отличные от ее тестового профиля. Например, рассмотрим модель с тестовым профилем, включающим при средней волатильности проседание \$4,000 за 3 сделки. Допустим, что стандартное отклонение этого проседания составляет \$2,000 и 2 сделки. Реальная торговля приносит 7 проигрышей подряд с убытков \$8,000, при точно таких же рыночных условиях, как и в тестовом периоде. Что случилось? Плохая модель каким-то образом проскользнула через процесс тестирования. Эта реальная серия проигрышей превысила максимальное проседание \$4,000 плюс стандартное отклонение 2. Отличие от наших ожиданий достаточно разительное, чтобы остановить торговлю.

Рассмотрим ту же модель при несколько другом старте: 3 проигрыша, дающие в итоге убыток \$8,000, при волатильности, превышающей тестовую в два раза. Эта реальная серия проигрышей соответствует тестовому профилю по длине, но в два раза превышает его в денежном выражении. Однако заметьте, что текущая волатильность в два раза выше волатильности тестового проседания. Эта ситуация может быть вполне нормальной. Почему? Потому что при повышении волатильности и выигрыши, и убытки должны возрасти пропорционально.

## Понимание тестового профиля

Нетерпение — одна из самых распространенных причин неудачного реального трейдинга. Другая типичная причина — неадекватное понимание тестового профиля. Нет ничего более приятного, чем торговая модель, начинающая с пары крупных выигрышей, но в эмоциональном плане это может быть дестабилизирующим фактором. Трейдер, самонадеянно считающий, что он (или она) не может ошибаться, склонен не принимать в расчет нетипичные убытки, которые могут последовать в дальнейшем. Это также может приводить к ложной уверенности, способствующей эксцессам, таким как удваивание числа торгуемых контрактов без должного внимания к управлению деньгами. Это, в свою очередь, будет причиной более крупных проигрышей. Такое поведение нарушает отношение риск/доход, найденное в процессе тестирования.

Необычно крупная прибыль также может указывать на ошибку в торговой системе. Прибыль, превышающая ожидаемую, ошибочна в той же мере, как и превышающий ожидания убыток. Необычно крупная прибыль часто бывает вызвана возросшей волатильностью. Как правило, за ней может следовать необычно крупный убыток. Трейдер должен тщательным образом пересмотреть требования к капиталу данной системы, исходя из более высокой волатильности.

Наоборот, для трейдера нет ничего более удручающего, чем начало с нескольких больших проигрышей. Это заставляет его усомниться в торговой модели и может привести к попыткам оспаривания сигналов торговой системы. Когда трейдер начинает выбирать сделки, которые он от торговой модели принимает, он уже не торгует по системе. Это может также приводить к неправомерному и преждевременному отказу от торговой модели. Следующая сделка может быть типичным выигрышем, также как типичными были и проигрыши.

В другой ситуации, месяц мелких проигрышей и выигрышей, приводящий к небольшому изменению прибыли или убытка, может наскучить трейдеру. Скука может привести трейдера к преждевременному отказу от системы в пользу чего-либо другого или к увеличению размера сделок. Хотя этот месяц мог быть вполне типичным по сравнению с месяцами тестового периода, трейдер не знает об этом, потому что эти результаты не были им тщательно изучены. Следующий месяц может вполне оправдать ожидания прибыли данной торговой системы, но его необходимо дожидаться.

Чтобы избежать таких ошибочных суждений, трейдеру необходимо глубокое понимание того, как модель торгует. Этого можно добиться несколькими путями. Первый — посредством внимательного изучения эффективности торговой системы на ежемесячной или ежеквартальной основе. Трейдер должен хорошо ознакомиться с эффективностью торговой системы, начиная с макроскопического уровня и заканчивая микроскопическим.

Статистический анализ торговой эффективности, показанный в Аналитическом отчете на Рис. 10-1, представляет один макроскопический взгляд. Графический вид сделок, давших такие результаты, показан на Рис. 10-2. На Рис. 10-3 эти сделки представлены в форме таблицы. Рис. 10-1 - 10-4 приведены в конце этой главы.

Наиболее тщательный метод анализа — это изучение эффективности торговой модели на ежедневной основе. Делайте обзор всех сделок, стопов, позиций и изменений собственного капитала каждый день. Такая микроскопическая оценка — единственный реальный способ развития по-настоящему интуитивного, твердого понимания эффективности торговой системы. На рис. 10-4 показаны девять Дневных отчетов с 1 по 12 июля 1991 года. В них представлены ежедневное состояние счета по каждой открытой позиции, а также стопы и сделки.

Рабочее понимание эффективности торговой модели приходит с трех точек зрения: макроскопической, межинтервальной и междневной. В совокупности с тестовым и торговым профилями, это полностью экипирует трейдера для торговли моделью в реальном времени.

## Результаты реальной торговли

Рассмотрим три различных итога реального трейдинга. В первом случае торговая модель приносит фантастические неожиданные прибыли. Во втором случае она начинает с последовательности проигрышей. В третьем случае модель дает серию мелких выигрышей и проигрышей.

### Неожиданная прибыль

Кто будет жаловаться на неожиданную прибыль? Никто. Прибыль есть прибыль. Трейдер может игнорировать принципы управления риском. Если получена достаточная прибыль, он может рассматривать досрочный уход на пенсию. Но лучше не позволять жадности дать овладеть собой в такой удачной ситуации. Такая прибыль скорее всего является непредсказуемым событием. Торговля, основанная на ожидании аналогичных прибылей, едва ли будет успешной.

Например, после краха 1987 года можно было услышать отчеты о фантастических прибылях. Согласно этим отчетам, одна фирма в Чикаго за несколько дней сделала более миллиарда долларов на своих позициях

по S&P и Т-бондам. Сообщалось, что руководство фирмы сделали две вещи. Они выплатили всем работникам крупные бонусы и предоставили оплаченные отпуска на один месяц. Операции были на месяц остановлены, пока руководство компании решало, что им делать со своим несметным богатством. Правильно ли они поступили? Можно ответить и да, и нет. По правде сказать, огромные прибыли, накапливаемые в результате такого события, в большей степени подарок судьбы, чем результат мастерства или прозорливости. Хороший грейдер знает разницу между этими вещами. Мастерство позволяет хорошему трейдеру торговать в плохие времена и получать стабильные прибыли в хорошие времена. Хороший трейдер знает, когда он или она оказывается получателем неожиданной прибыли, и не ожидает, что сможет воспроизводить такой уровень прибыли постоянно. Получатели такого подарка судьбы распознают его в качестве такового и берут тайм-аут на оценку его последствий.

Выигрышную полосу в начале реальной торговли принимают более радушно, чем проигрышную. Но нельзя позволять, чтобы она дестабилизировала трейдера. Правильное отношение к ней простое: взять деньги, улыбнуться и осознать, что это удача. Так же легко все могло сложиться совсем иначе. И при выигрыше, и при проигрыше, торговый профиль необходимо сравнивать с тестовым. Был ли размер выигрышной серии больше или меньше 50% (или какой-то другой установленной величины) средней выигрышной серии тестового профиля? Был ли размер проигрышной серии в рамках установленных границ проигрышных серий тестового профиля? Если да, то эффективность приемлема. Изменилась ли волатильность? Изменился ли тренд? Распространенная ошибка системных трейдеров — вездвительно анализировать проигрыши и с ликованием и без всякой критики принимать выигрыши.

### ***Проигрышная серия***

Во втором случае, когда реальная торговля начинается с проигрышной полосы, трейдер может запаниковать, часто безосновательно. Реальный трейдинг может идти по-разному. Торговая система будет приносить как проигрыши, так и выигрыши. Следовательно, данную проигрышную серию необходимо сравнивать с ее аналогом в тестовом профиле. Если она находилась в рамках ваших ожиданий, то оснований для паники нет. Следует внимательно следить за системным стоп-лоссом до тех пор, пока либо он не будет пробит, либо данная проигрышная полоса не закончится. Конечно, если система продолжает терять деньги и встречает, а затем и превышает лимит убытков, то торговля должна быть остановлена.

### ***Незначительная производительность***

В третьем случае представьте, что торговая система генерирует серию небольших выигрышей и проигрышей, принося после месяца торговли небольшой чистый убыток или прибыль. Этот тип «медленного кровотоечения» может оказаться для трейдера почти таким же испытанием, как более быстрая серия проигрышей. Трейдеры не знают, насколько они терпеливы. Такой торговый профиль необходимо сравнить с тестовым профилем. Если такой «медленный период» типичен для тестового профиля, то требуется терпение. Если во время тестирования таких периодов ни разу не возникало, то это предупреждение либо о значительном изменении условий, либо о слабости данной торговой системы.

### ***Резюме***

Для успешной торговли по системе в режиме реального времени необходимы три фактора:

1. Тестовый профиль.
2. Системный стоп-лосс.
3. Торговый профиль.

Первые два должны быть доступны с момента начала торговли по системе. Торговый профиль — это результат реальной рыночной активности, и он должен составляться по ходу торговли.

Периодически необходимо выполнять сравнение каждого статистического показателя торгового и тестового профилей. Статистические показатели торгового профиля, которые меньше 50% или больше 150% соответствующих показателей тестового профиля, независимо от того, находятся ли они на дебетовой или кредитовой стороне баланса, требуют объяснения.

Проседания торгового счета должны постоянно отслеживаться на предмет системного стоп-лосса. Системный стоп-лосс точка отсечения торговой системы. Он равен марже плюс максимальное проседание собственного капитала, умноженное на фактор безопасности.

Возможно, самым критическим для трейдера моментом является начало реальной торговли. Переключение с тестирования на торговлю имеет чрезвычайное значение; это переход от идеи к реальности, от бумажной торговли к торговле на реальные деньги, и от рассуждений к эмоциям. Трейдер может становиться избыточно и необоснованно оптимистичным, если первая сделка была выигрышем, особенно — большим. Это может привести к излишней торговой активности. Наоборот, трейдер может впасть в скептицизм или чрезмерно перевозбуждаться, если первая сделка оказалась проигрышем, особенно — если значительным. Это может приводить к преждевременному выходу из системы.

Advanced Trader V1.09 Analysis Report									
Contract Traded :		S&P 500 Composite				D 03/92		06/03/91 - 12/31/91	
Script Name :		C:\PARDON\RPAT\BLAST\B000.LOG							
Trades Analyzed :		All							
Dollar Factor :	500.00	Beg. Balance :	25000.00	Interest :	0.00				
Comission :	50.00	Slippage :	100.00	Margin :	10000.00				
Maximum Lots :	1	Equity Limit :	0.00	Max. Positions :	0				
Inside Days Filter :	No :	Outside Days Filter :			No :				
Extreme Outside Filter :	No :	Exreme Outside Day Perc :			1000 :				
Period of Daily Range Ave :	10 :	Peak & Valley Level :			1 :				
Net Profit/Loss \$	12920.00								
Total Profit \$	13545.00	Total Loss \$	-625.00	Avg. Trade \$	2584.00				
	# Trades	Maximum		Minimum		Average			
Total .....	5	Win 3/ 60%		Loss 2/ 40%					
Win .....	3	7990.00		2240.00		4515.00			
Win Runs .....	2	10230.00/		2	3315.00/	1	6772.50/ 1		
Loss .....	2	-265.00		-265.00		-312.50			
Loss runs .....	2	-360.00/		1	-265.00/	1	-312.50/ 1		
Win/Loss Ratio .....		22.19		8.45		14.45			
Open Equity .....	\$ 19755.00	Open Equity Drawdown ..		\$ -5990.00					
Max. Balance Drawback ..	\$ -360.00	Max. Equity Profit .....		\$ 12,920.00					
Reward/Risk .....	35.89 To 1	Annual rate of return ...		322.33					
Profit Index .....	21.67								
Pessimistic Margin .....	46.58	Adjusted Pess. Margin ...		-10.67					
Pess. Month Avg .....	-2.50	Pess.Month Variance ....		3.12					
Monthly Net PL Large ....	7990.00/9111	Monthly Net PL Small ...		-360.00/9108					
Monthly Net PL Avg .....	2584.00	Modified Pess. Margin ...		5.60					

Рис. 10-2. Фьючерс на S&P 500 с отмеченными сделками.

Advanced Trader V1.09 Analysis Report								
Contract Traded : S&P 500 Composite 0 03/92 03.06.1991-31.12.1991								
Script Name : C:\PARDO\RRAT\BLAST\BOOO.LOG								
Trades Analyzed : ALL								
Trade Order	Type	Entry	Price	Trade Order	Type	Exit	Price	Net P&L
0#2	Sell	12.06.1991	382.62	0#1	Buy	05.07.1991	382.85	(\$265.00)
0#1	Buy	05.07.1991	382.85	0#2 0#1	Sell	16.08.1991	389.78 390.20	\$3315.00
0#2	Sell	16.08.1991	389.78	0#2 0#1	Buy	14.10.1991	394.97 378.69	(\$360.00)
0#1	Buy	14.10.1991	390.20		Sell	15.11.1991		\$2240.00
0#2	Sell	15.11.1991	394.97		Buy	02.12.1991		\$7990.00
						Net Profit&Loss		\$12920.00
0#1	Buy	02.12.1991	378.69		open position			\$19755.00

Рис. 10-3. Протокол сделок.

S&P 500 Composite	D 03/92	Mon.	07/08/91
Open : 378.90	High : 385.10	Low : 377.00	Close : 384.85
<u>Close Status and Tomorrow's Orders</u>			
Current Position :	LONG 1 at 382.85	on 07/05/91	(O# 1)
Close Status :	1 LONG Position	Open Equity :	1000.00
Before the open, place the following orders :			
O# 2 :	SELL 2 at 376.55	STOP	

S&P 500 Composite	D 03/92	Tues.	07/09/91
Open : 384.80	High : 385.75	Low : 381.60	Close : 383.20
<u>Close Status and Tomorrow's Orders</u>			
Current Position :	LONG 1 at 382.85	on 07/05/91	(O# 1)
Close Status :	1 LONG Position	Open Equity :	175.00
Before the open, place the following orders :			
O# 2 :	SELL 2 at 375.73	STOP	

S&P 500 Composite	D 03/92	Wed.	07/10/91
Open : 384.10	High : 387.80	Low : 381.10	Close : 383.15
<u>Close Status and Tomorrow's Orders</u>			
Current Position :	LONG 1 at 382.85	on 07/05/91	(O# 1)
Close Status :	1 LONG Position	Open Equity :	150.00
Before the open, place the following orders :			
O# 2 :	SELL 2 at 375.33	STOP	

S&P 500 Composite	D 03/92	Thurs.	07/11/91
Open : 386.80	High : 385.10	Low : 381.65	Close : 384.90
<u>Close Status and Tomorrow's Orders</u>			
Current Position :	LONG 1 at 382.85	on 07/05/91	(O# 1)
Close Status :	1 LONG Position	Open Equity :	1025.00
Before the open, place the following orders :			
O# 2 :	SELL 2 at 378.95	STOP	

S&P 500 Composite	D 03/92	Fri.	07/12/91
Open : 386.10	High : 388.80	Low : 381.75	Close : 387.20
<u>Close Status and Tomorrow's Orders</u>			
Current Position :	LONG 1 at 382.85	on 07/05/91	(O# 1)
Close Status :	1 LONG Position	Open Equity :	2175.00
Before the open, place the following orders :			
O# 2 :	SELL 2 at 379.00	STOP	

Рис. 10-4. (Продолжение).