

Имитационное моделирование торгов: новая технология биржевых тренажёров

К.В. Воронцов (ВЦ РАН), С.Б. Пшеничников (ММВБ)

В статье представляется биржевой тренажёр Имитрейд, разработанный в Вычислительном Центре РАН и проходящий опытную эксплуатацию на факультете ВМиК МГУ. Проектируется совместная разработка РАН и ММВБ учебной торговой системы, позволяющей освоить навыки биржевых операций в условиях, максимально приближенных к реальным торгам.

В настоящее время известно множество реализаций биржевых симуляторов. Их назначение — обучение и привлечение новых участников к торгам на соответствующей биржевой площадке, к брокерской компании или вообще к финансовому рынку как новой сфере деятельности.

Споры и дискуссии о тренажёрах также многообразны. Подвергается сомнению эффективность обучения в условиях торговли с виртуальных счетов. Нельзя психологически погрузиться в биржевую игру, не рискуя личными или доверенными деньгами. Некоторые реализации учебных систем предполагают взносы за участие и премии за эффективную игру. Но и в этом случае остаётся проблема: где граница перехода количества в качество, определяющая размер премий?

С другой стороны, учеба в режиме реальных торгов грозит бессмысленной растратой средств и завершением курса обучения раньше получения положительного опыта. Постигать основы биржевой торговли желательно всё же на учебном тренажёре. Но при этом учащийся должен быть уверен в том, что виртуальный рынок, с которым он играет, ведёт себя практически так же, как реальный. Это главное требование к учебной торговой системе. Посмотрим, как решается данная задача в существующих биржевых симуляторах.

Классификация биржевых тренажёров

Из всего многообразия учебных систем чётко выделяются три принципиально различных решения.

Наиболее распространены тренажёры, основанные на воспроизведении хода цены финансовых инструментов той или иной торговой площадки. Перед торгами учащемуся выделяются виртуальные позиции по деньгам и инструментам. Далее он может в реальном времени наблюдать динамику цен, котировок и объёмов торгов. В зависимости от конкретной системы это могут быть либо исторические, либо актуальные on-line данные. Учащемуся предоставляется возможность заключать сделки покупки и продажи по текущим рыночным ценам. Но при этом он остаётся вне торговой системы — его заявки не попадают в общую очередь и не влияют на ход торгов. По окончании сессии подсчитывается прибыль и выдаётся итоговый отчёт. Достоинствами таких тренажёров являются простота реализации и доступность исходных данных. Поэтому количество систем такого типа исчисляется сотнями. Многие из них размещены в Internet и предлагаются за умеренную плату или вообще бесплатно. Обратная сторона простоты — ограниченность возможностей. Если пользователь преследует скромную цель научиться стандартным приёмам спекулятивной игры, то такого тренажёра ему вполне достаточно. Однако чтобы стать профессиональным участником рынка, необходимо более глубоко понимать рынок, уметь оперативно оценивать такие его характеристики, как ликвидность и волатильность, свободно владеть стратегиями внутридневного скальпирования, управлять крупными пакетами, эффективно формировать рынок (market-making), чувствовать его реакцию на собственные действия. Для выполнения подобных задач нужен тренажёр другого класса.

Второй подход заключается в организации учебных торгов с использованием реальной торговой системы. Учащимся предоставляются виртуальные позиции, и они игра-

ют друг с другом. Достоинство учебных торгов в том, что учащиеся находятся в той же технической среде, что и реальные трейдеры. Однако вряд ли можно ожидать, что небольшое количество неопытных игроков с виртуальными деньгами смогут создать торговую среду, подобную реальной биржевой толпе. Такой тренинг, безусловно, хорош для освоения рабочего места трейдера, но не годится для понимания закономерностей рынка. Кроме того, проведение подобных мероприятий под силу только крупным учебным заведениям и организаторам торгов. Кстати, именно такой подход к обучению всегда применялся на ММВБ.

Наконец, третий подход основан на искусственной генерации торгов с помощью имитационной модели. В этом случае биржевая толпа заменяется множеством «роботов» — алгоритмов, имитирующих действия реальных биржевых игроков. Заявки, поступающие от роботов и от учащихся, подаются на вход одного и того же торгового автомата, который сопоставляет (match) заявки и заключает сделки. Данный подход имеет ряд преимуществ. Во-первых, при хорошей реализации имитационный тренажёр способен обеспечить предельное сходство учебных торгов с реальной биржевой игрой. Во-вторых, учащиеся получают возможность влиять на ход торгов и оценивать это влияние количественно. Наконец, имитационный тренажёр автономен и не требует ни потока on-line данных, ни организации учебных курсов, хотя не исключает и этих режимов работы. Препятствием на пути реализации тренажёров данного типа является сложность разработки хорошей модели. А главное, исходные данные для построения полноценной модели имеются только у организатора торгов, что резко ограничивает круг потенциальных разработчиков.

Эти и другие особенности систем имитации биржевых торгов обсуждаются далее на примере тренажёра Имиттрейд.

Учебная имитационная торговая система Имиттрейд

Система Имиттрейд разработана сотрудниками Вычислительного Центра РАН и компании FORECSYS при содействии Московской Межбанковской Валютной Биржи. В ноябре 2001 года система была установлена в учебных классах факультета Вычислительной Математики и Кибернетики Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова. Работы по созданию и установке системы велись в рамках Меморандума о сотрудничестве МГУ и ММВБ. В настоящее время к системе Имиттрейд имеют доступ студенты ВМиК и экономического факультета МГУ, на ней проводится практикум по спецкурсу «Лекции по биржевой торговле для математиков». В будущем предусматривается процедура сертификации студентов, прошедших спецкурс и практикум, квалификационной комиссией ММВБ.

Система Имиттрейд имеет клиент-серверную архитектуру. Это позволяет проводить учебные торги как для группы учащихся в локальной сети, так и для одного человека на отдельном рабочем месте без сети. Сначала должен быть запущен сервер, затем стартуют клиентские рабочие места.

При запуске сервера выбирается воспроизводимый торговый день из числа хранящихся в базе данных сервера. В этом дне выделяется интервал и задаётся ускорение или замедление времени. Можно, например, выделить из торгового дня интервал с 12:00 до 17:00 и сжать его в полтора часа учебных занятий. При обучении в группе сервер запускается маклером учебных торгов.

Сразу после запуска клиентского рабочего места и идентификации на сервере пользователь видит таблицу активных финансовых инструментов. Выбрав инструмент, он получает информационные таблицы по котировкам, протоколу сделок, собственным заявкам и счетам. Это обычный набор информации, предоставляемый любым стандартным торговым программным обеспечением, и необходимый для слежения за текущим состоянием рынка.

В дополнение к табличным способам отображения Имиттрейд предоставляет аналитические средства визуализации:

— свечной график цен и объёмов, включающий месячную предысторию данного инструмента (рис. 1);

— график спреда с детальным отображением сделок и линиями, показывающими глубину спроса и предложения (рис. 2);

— график котировок в виде горизонтальной гистограммы в осях объёма и цены, отображающий ту же информацию, что и таблица котировок, но в более наглядной форме (рис. 3);

— графики биржевой толпы в виде точечных распределений, построенных в различных осях (по умолчанию в осях «объём покупок» – «объём продаж»), на которых каждая точка соответствует отдельному участнику торгов (рис. 4).

Из перечисленных типов графиков только свечные входят в привычный для трейдеров набор инструментов анализа рынка. Все остальные графики используют детальную информацию об участниках и котировках. В реальных торговых системах данные такого типа доступны только организатору торгов и из соображений конфиденциальности никогда не выдаются во внешний мир. Однако в учебную систему подобные средства визуализации включать можно и нужно, так как они вскрывают существенные свойства и закономерности рынка и, следовательно, повышают эффективность обучения. Правда, при выполнении учебных заданий «на оценку» система предлагает отключить эти графики — чтобы учащийся привыкал видеть торги сквозь узкую щель стандартного информационного обеспечения.

Визуализация в Имитрейд осуществляется с помощью библиотеки деловой и научной графики ChartLib, разработанной в компании FORECSYS.

Для прохождения учебного курса в системе Имитрейд учащийся должен выполнить определённый набор учебных заданий. Очередность и состав заданий жёстко не фиксированы и могут корректироваться пользователем в некоторых пределах. Приведём несколько примеров учебных заданий (в дальнейшем список учебных заданий предполагается пополнять):

— участие в торгах с целью освоения элементарных навыков биржевых операций;

— спекулятивная игра с целью получения наибольшей прибыли при заданном уровне комиссионных;

— покупка (продажа) пакета заданного объёма при эффективном расходовании ресурсов, поощряется минимизация средневзвешенной цены покупок (максимизация средневзвешенной цены продаж);

— осторожная продажа (покупка) большого пакета с целью максимизации объёма продажи (покупки) при одновременной минимизации влияния на цену закрытия;

— выполнение обязательств маркет-мейкера путём поддержания котировок заданных объёмов в заданном ценовом интервале;

— поддержание ценового коридора в заданном интервале при минимизации собственного оборота и желательной максимизации собственной прибыли.

Информация о выполненных заданиях накапливается на сервере Имитрейд. Учащийся имеет возможность в любой момент просмотреть эту информацию в форме «дневника». Система сама оценивает качество выполнения отдельных заданий и всего курса в целом. Чтобы не исключать возможность анализа действий учащегося «вручную», наряду с оценками в дневнике сохраняются агрегированные показатели его торговых операций: активность, прибыльность, эффективность, спекулятивность, влияние на ценообразование, и т. д. В следующих версиях тренажёра предполагается вычислять эталонные стратегии, решающие учебные задания достаточно эффективно, и сравнивать действия учащихся с этими стратегиями.

Рассмотрев систему Имитрейд с точки зрения пользователя, перейдём к обсуждению её внутреннего устройства.

Имитационная модель торгов

Ядром биржевого тренажёра Имитрейд является имитационная модель торгов (ИМТ). Ключевая особенность модели состоит в использовании полной биржевой информации, которой может располагать только ММВБ как организатор торгов.

Уникальность исходной информации в совокупности с интеллектуальными методами её обработки и обеспечивает уникальные качества ИМТ — точность, адекватность и автономность при строгом соблюдении требований конфиденциальности. Эти четыре характеристики нуждаются в более подробных пояснениях.

1. Точность означает способность модели абсолютно точно воспроизводить любую заданную торговую сессию. Для этого протоколы реальных торгов ММВБ, специально подготовленные в соответствии с требованиями конфиденциальности, подаются на вход ИМТ. По этим данным производится настройка модели. Каждому реальному участнику ставится в соответствие робот — алгоритм принятия торговых решений, в точности воспроизводящий действия данного участника в течение заданного периода времени. Построение таких алгоритмов и является ключевым звеном технологии имитационного моделирования, разработанной в ВЦ РАН. После настройки алгоритмов исходная информация отбрасывается и далее больше не используется.

В процессе имитации торгов поток действий, генерируемый роботами, подаётся на вход торгового автомата, реализующего заключение сделок (matching) по правилам торгов на ММВБ. Поскольку роботы в точности повторяют действия соответствующих реальных участников, то и учебная сессия в точности воспроизводит реальную сессию. Это создаёт у учащегося иллюзию взаимодействия с настоящей биржевой толпой. Фактически его заявки взаимно удовлетворяются с заявками реальных участников торгов.

В то же время учащиеся своими операциями оказывают на имитационную модель возмущающее воздействие и изменяют исходный сценарий, по которому настраивалась модель. Чем сильнее воздействие (выше объём или число сделок) учащихся, тем сильнее траектория учебных торгов может отклониться от исходной торговой сессии. Это является достоинством модели по двум причинам. Во-первых, учебные торги приобретают должную реалистичность. Во-вторых, появляется возможность количественно оценивать величину влияния отдельных участников на цену финансового инструмента. Оценки влияния позволяют изучать ликвидность рынка и отрабатывать приёмы управления крупным пакетом. С другой стороны, чтобы достоинства не обернулись недостатками, необходимо гарантировать адекватность реакции модели на действия учащихся.

2. Адекватность означает, что модель реагирует на возмущающие воздействия «разумным образом», то есть в среднем так же, как отреагировала бы реальная биржевая среда. Требование адекватности учитывается на этапе построения модели, когда отбор лучшей модели производится с помощью так называемых тестов адекватности. В каждом тесте модельный ход торгов «портится» некоторым типовым воздействием и анализируется дальнейшее искажение исходного сценария. Это искажение должно поддаваться разумной интерпретации, в противном случае модель подлежит коррекции или полной замене. Например, в экспериментах с ранними версиями ИМТ разовая покупка или продажа даже небольшого объёма приводила к необъяснимому сужению спреда и уменьшению волатильности в 1,5–2 раза, продолжающемуся до конца торговой сессии. Причина неадекватности была выявлена путём детальных исследований и устранена в последующих версиях модели. Это лишь один пример. В процессе разработки ИМТ было предложено и использовано более десятка различных тестов адекватности, причём список тестов постоянно пополняется авторами и пользователями модели.

3. Автономность означает, что ИМТ может работать независимо от реальной торговой системы. Эта возможность обеспечивается встроенным торговым автоматом, способным заключать сделки в полном соответствии с правилами торгов на ММВБ. При этом автомат может быть настроен и на торговые данные других бирж. Корректность автомата верифицируется каждый раз при загрузке исходных протоколов. Для этого последовательность генерируемых им сделок сопоставляется со сделками, прошедшими в реальной торговой системе.

Следует подчеркнуть, что, несмотря на функциональное сходство, торговый автомат системы Имитрейд принципиально отличается от настоящей торговой системы и является всего лишь сильно упрощённым её аналогом. В частности, в нём не предусмотрены многие режимы торгов, нет внесистемных и переговорных сделок. Он не предполагает

связи с расчётной и депозитарной системами и не поддерживает собственной торговой базы данных.

Автономность позволяет иметь в тренажёре полную информацию о действиях всех участников учебных торгов, включая роботов. В результате учащийся получает возможность сравнивать своё поведение с поведением остальных участников, выявлять типичные для данного рынка стратегии, чётко позиционировать своё место в биржевой толпе. Данная функция осуществляется графиками биржевой толпы, о которых шла речь выше (рис. 4).

Благодаря свойству автономности систему Имитрейд можно применять как для индивидуального обучения на отдельном рабочем месте, так и для организации учебного класса с использованием компьютерной сети.

На уровне реализации автономность обеспечена тем, что ИМТ выделена в отдельную библиотеку функций MoToг (название происходит от сокращения «модель торгов»). В перспективе это позволит использовать ИМТ не только для построения учебных систем, но и для решения ряда аналитических задач, о чём пойдёт речь ниже.

4. Конфиденциальность означает, что ни нормальная работа, ни даже хакерский взлом тренажёра Имитрейд не способны раскрыть информацию о действиях и счетах отдельных участников реальных торгов. Главное требование при этом заключается в том, чтобы по модельным участникам торгов (роботам) невозможно было идентифицировать их реальные прототипы. Эта цель достигается главным образом за счёт того, что обработка конфиденциальной информации выполняется биржевыми аналитическими системами SMARTS или САФРАН на стадии подготовки исходных данных для тренажёра. При этом, в частности, применяются следующие меры безопасности:

- идентификаторы участников заменяются обезличенными номерами, причём в каждый торговый день и для каждого инструмента нумерация генерируется заново;
- выделяется некоторое количество групп участников со сходным поведением и внутри каждой группы участники «обмениваются заявками» для достижения полной неузнаваемости;
- операции участников, не попавших ни в одну из групп (обычно это крупные операторы рынка), разбиваются на несколько виртуальных участников;
- некоторые участники могут быть объединены в одного виртуального участника.

Перечисленные меры качественно не искажают общую картину торгов и не затрагивают основных свойств модели — точности, адекватности и автономности, в то же время обеспечивая конфиденциальность.

Перспективы

В настоящее время видятся две основные перспективы применения технологии имитационного моделирования биржевых торгов.

Во-первых, возможности ИМТ значительно шире обучения неопытных участников. Поскольку точная и адекватная модель строится по любой торговой сессии, её можно использовать в качестве инструмента для решения ряда аналитических задач в интересах различных категорий пользователей торговой системы ММВБ.

Профессиональные участники и опытные инвесторы получают возможность проанализировать ликвидность и эластичность рынков, многократно проиграть различные стратегии поведения, рассчитать оптимальный ресурс для выполнения своих целей, оценить работу своего трейдера.

Организатору торгов ИМТ может помочь при исследовании влияния возможного изменения комиссионных на характеристики торгов, при отладке сигналов финансового надзора, разработке каталога типовых манипуляций, оценке ценообразующего влияния отдельных участников на ход торгов.

Разработчикам торговой системы и средств технического анализа ИМТ позволяет создавать экспериментальные исторические данные для отладки алгоритмов и программного обеспечения.

Второе важное применение ИМТ — организация учебных торгов через Интернет. Использование ИМТ позволит наделить биржевой тренажёр рядом уникальных качеств, что, несомненно, будет способствовать росту популярности интернет-торговли. Такую систему ММВБ планирует разработать совместно с ВЦ РАН, компаний E-STOCK и FORECSYS, учитывая предварительный опыт, накопленный при создании и эксплуатации тренажёра Имитрейд.

Однако, в отличие от Имитрейд, проектируемая система будет работать не в локальной сети, а в глобальной. Предполагается, что исходные данные для моделирования торгов биржа будет подготавливать и обновлять на регулярной основе. При этом ММВБ выступает в роли поставщика нового вида биржевой информации — моделей торговых сессий.

Потребителями этой информации могут быть профессиональные участники рынка, инвесторы, учебные организации, или даже частные лица — все, кто использует имитационные тренажёры с целью обучения навыкам биржевой торговли или решения аналитических задач.

Кроме собственно информации, биржа сможет также поставлять специальное программное и математическое обеспечение для её обработки. В настоящее время рассматривается широкий спектр вариантов реализации этой идеи:

- дилерам-клиентам биржи предоставляются базовые библиотеки функций (аналогичные MoToг) для разработки собственных тренажёров и обучения клиентов дилера;
- пользователям нового вида биржевой информации могут также предоставляться готовые учебные рабочие места, аналогичные программным продуктам «Micex Web Client» и «Micex-i-Trading Client»;
- для работы с учебной торговой системой разрабатывается отдельная страница на web-сайте ММВБ (www.micex.ru).

В начале статьи упоминалась критика биржевых симуляторов. Учебные торговые системы, разрабатываемые на основе использования публичной биржевой информации, по построению обладают недостатком отсутствия влияния учебных заявок на торговую сессию. Однако и представляемый проект также обладает существенным недостатком. До сих пор он разрабатывался со стороны организатора торгов, по внутренним достаточно абстрактным биржевым представлениям о рынке. Качество учебных заданий и требований к аналитическому обеспечению может оказаться неактуальным для настоящего состояния рынка и ожиданий его участников.

В связи с этим представляется необходимой кооперация заинтересованных участников рынка, разработчиков тренажёра Имитрейд, специалистов биржи и регулирующих организаций для создания промышленной версии учебной торговой системы ММВБ.

Предлагаем обсуждение проблемы на страницах журнала. Адреса для переписки с авторами статьи: pshenich@micex.com и voron@ccas.ru.

Имитрейд, ChartLib, MoToг — зарегистрированные программные продукты компании FORECSYS.



Рис. 1. Тренажёр Имитрейд: свечной график цен и объёмов.

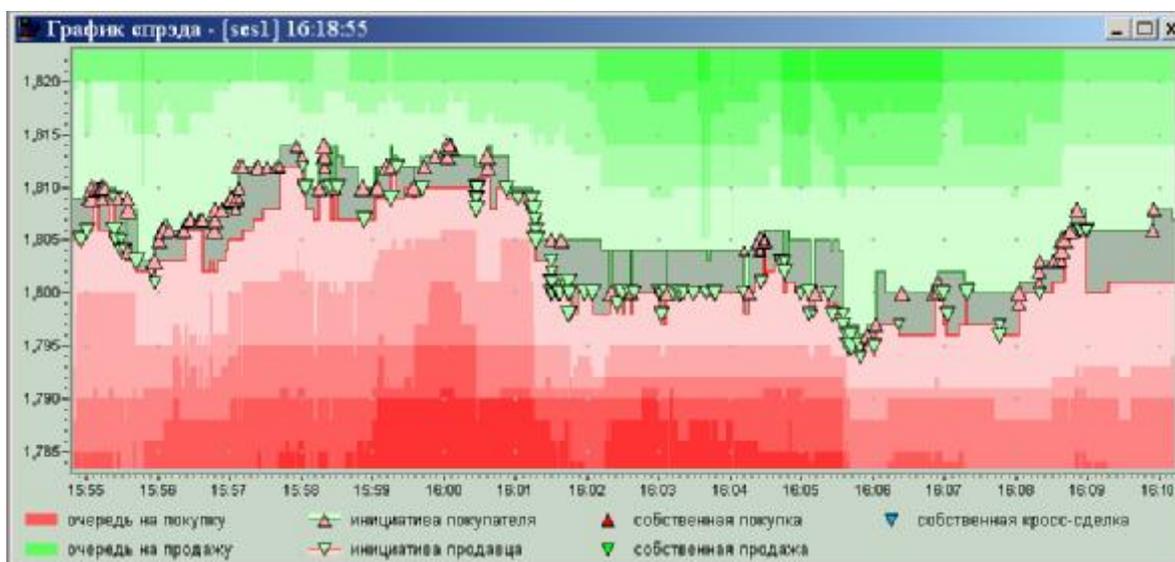


Рис. 2. Тренажёр Имитрейд: график спреда.

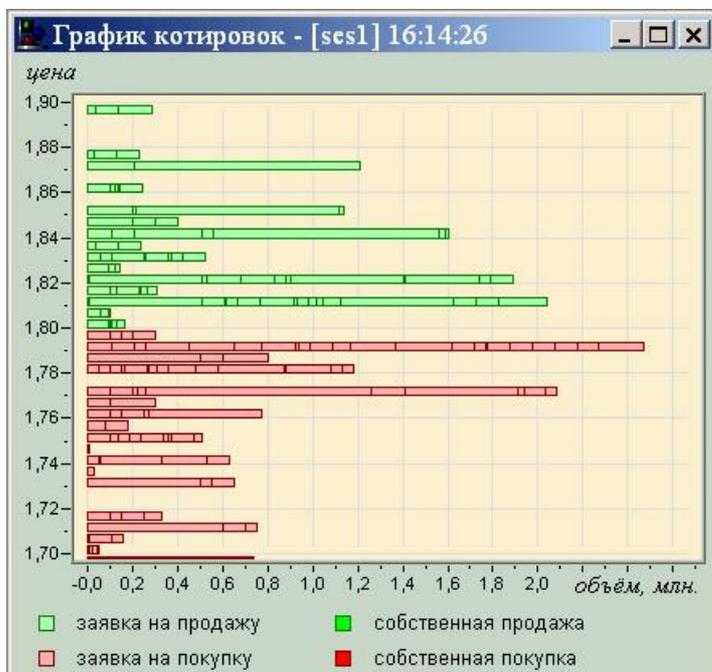


Рис. 3. Тренажер Имитрейд: график котировок.

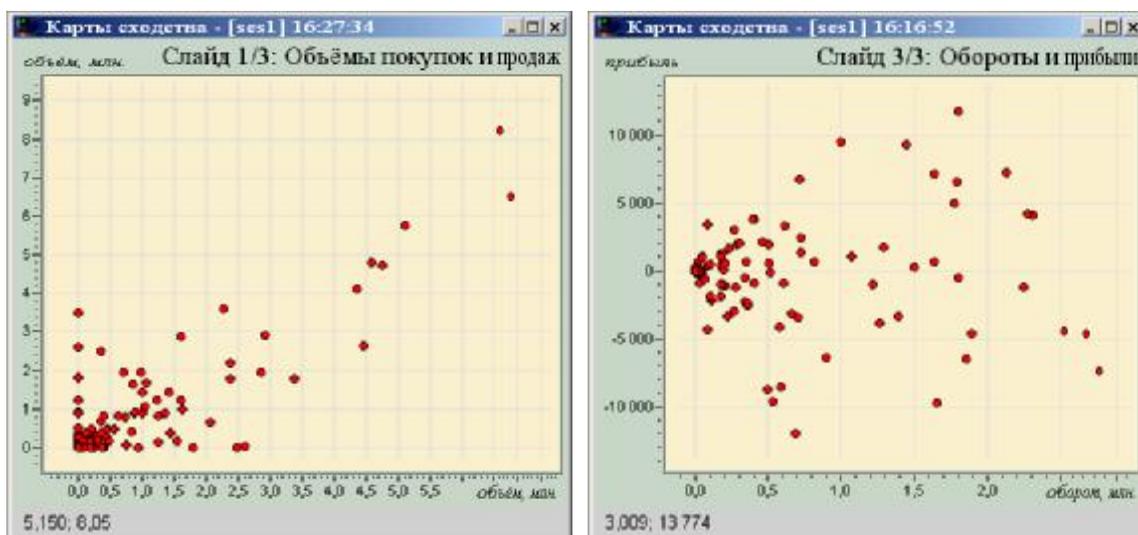


Рис. 4. Тренажер Имитрейд: графики биржевой толпы