

## АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ УЧАСТНИКОВ ЛАБОРАТОРНЫХ РЫНКОВ

**И.С. МЕНЬШИКОВ**



Меньшиков Иван Станиславович — старший научный сотрудник Вычислительного центра им. А.А. Дородницына РАН, доцент Московского физико-технического института, научный руководитель лаборатории ВЦ РАН и МФТИ, кандидат физико-математических наук.

Автор более 40 научных публикаций по экспериментальной экономике и теории игр. Руководитель междисциплинарных проектов Российского фонда фундаментальных исследований: «Сравнительный анализ теорий ограниченной рациональности и рациональных ожиданий для рынка с двойным аукционом методами экспериментальной экономики», «Разработка и создание лабораторного образца системы анализа сетевых энергетических рынков с учетом психофизиологических характеристик операторов», «Анализ влияния психофизиологических параметров участников на агрегированное поведение рынка методами экспериментальной экономики».

Контакты: [ivanmenshikov@mail.ru](mailto:ivanmenshikov@mail.ru)

---

### Резюме

*В работе рассказывается о феномене зависимости функционального состояния участников (ФС) лабораторного рынка с неполной информацией от процесса совершения ими торговых действий. ФС измеряется с помощью системы стабильнографических кресел, которыми оснащена лаборатория экспериментальной экономики ВЦ РАН и МФТИ. Полученный результат сопоставляется с известным исследованием английского и голландского аукционеров на основе измерения частоты сердцебиения участников. По существу, нами получено решение аналогичной задачи для двойного аукциона методами стабильнографии. Обсуждается влияние психологического типа участника на его результативность в аукционе данного вида.*

**Ключевые слова:** *Экспериментальная экономика, теория игр, функциональное состояние оператора, стабильнография*

---

## Введение

В этой работе рассматриваются два параллельно протекающих во времени процесса: торговые действия участников экспериментального рынка и их психофизиологическое состояние. Задача состоит в том, чтобы выявить взаимосвязи этих процессов. Исследование проводится методами экспериментальной экономики с помощью анализа специально созданной в лаборатории ситуации рыночного типа. Результаты, полученные в лаборатории экспериментальной экономики ВЦ РАН и МФТИ (ЛЭЭ), сопоставляются с результатами, полученными в других лабораториях, занимающихся междисциплинарными исследованиями влияния человеческого фактора на процесс принятия социально-экономических решений.

Работа построена следующим образом. Начав с краткой истории развития экспериментальных исследований ЛЭЭ, мы перейдем к описанию методики исследований торгов на лабораторных рынках и изложению конкретных результатов данного эксперимента. В начале будет изложена модель функционального состояния участников лабораторных рынков, которая была построена на основе обнаруженного в ЛЭЭ феномена взаимодействия процессов подачи заявок на лабораторном рынке с неполной информацией и динамики функционального состояния участников, регистрируемого с помощью системы стабилографических кресел, которыми оснащена ЛЭЭ. Оказалось, что психофизиологическая динамика в определенном смысле проявляется двойственно по отноше-

нию к динамике процесса принятия решений для данного класса рынков. Далее этот результат сопоставляется с исследованием роли эмоций в экономике (Smith, Dickhaut, 2005), с изучением изменения сердечного ритма участников лабораторных аукционов. Выявлено воздействие аукционного механизма на характер эмоционального отклика участников. Поскольку эмоции могут влиять на процесс ценообразования, их важно учитывать при выборе механизма взаимодействия.

Раз эмоции могут влиять на цены, а разные люди в сходных ситуациях испытывают разные эмоции, то возникает необходимость исследования влияния типа личности на выбор поведения и результативность. В последнем разделе это влияние демонстрируется на основе результатов тестирования участников экспериментов.

## История ЛЭЭ ВЦ РАН и МФТИ

Летом 1990 г. на конференции в университете Дюк, США, я прослушал яркие лекции по экспериментальной экономике Вернона Смита и Чарльза Плотта. После лекции Ч. Плотта я подошел к нему и сказал, что хотел бы проводить эксперименты в Москве. Ч. Плотт спросил, есть ли у нас локальная сеть компьютеров, и получил уверенный ответ, хотя это было некоторым преувеличением. Тогда в ВЦ РАН нам была временно доступна простенькая сеть из 4–6 персональных компьютеров, но была надежда, что удастся что-нибудь еще найти. Ч. Плотт связался с Калтехом (Калифорнийским Технологическим институтом) — и в Москву я летел с

дискетой, на которой был знаменитый MUDA («Многопродуктовый двойной аукцион»), разработанный по заказу Ч. Плотта в Лаборатории реактивного движения Калтеха. После нескольких месяцев мытарств нам удалось правильно настроить сеть, и мы начали проводить первые эксперименты. Поиски более крупного сетевого компьютерного класса привели нас в 1991 г. в Академию народного хозяйства при Совете Министров СССР. Сначала мы провели здесь учебный курс, в который эксперименты были включены в качестве практических занятий. После разговора с ректором АНХ академиком А.Г. Аганбегяном для нас была открыта первая в нашей стране специализированная лаборатория экспериментальной экономики, которую возглавила О.Р. Меньшикова. Предполагалось, что, помимо учебной работы, методы экспериментальной экономики будут активно использоваться при планировании реформ. Мы сохраняли непосредственные контакты с активно поддерживающим нас академиком А.А. Петровым и его отделом ВЦ РАН, а также с руководителем лаборатории экспериментальной экономики и политологии Калтеха профессором Ч. Плоттом. Увы, несмотря ни на что, привлечь внимание тех, от кого зависело проведение реформ, нам не удалось.

Тем не менее в 1991 г. мы провели серию экспериментов, разработанных совместно с Ч. Плоттом. Это были классические лабораторные рынки однородного товара, в которых взаимодействуют две группы участников — покупатели и продавцы. В начале эксперимента каждый покупатель получал в качестве при-

ватных параметров значения своих выкупных стоимостей, а каждый продавец в качестве частных параметров узнавал свои производственные затраты. Затем начинался процесс торга по правилам двойного аукциона, при помощи которого является рыночная цена в каждой сделке (подробнее об этом механизме см. ниже). Купив единицу товара на лабораторном рынке по такой рыночной цене, покупатель в конце сессии мог сдать ее диспетчеру эксперимента по заранее известной ему выкупной стоимости. Разница стоимости и цены составляла выигрыш от покупки данной единицы. Аналогично продавец, продав единицу товара на рынке по некоторой цене, получал выигрыш, отняв от этой цены величину своих производственных затрат. Благодаря гранту Ч. Плотта участники имели прямую финансовую мотивацию. Им заранее объявлялся курс пересчета очков лабораторного рынка в рубли, которые выплачивались сразу по окончании эксперимента.

Агрегированное поведение на этом рынке было хорошо известно по многочисленным экспериментам, проведенным к тому времени в лабораториях США. Это поведение характеризуется сходимостью к конкурентному равновесию, которое строится с помощью индуцированных в лаборатории функций спроса и предложения, основанных на выкупных стоимостях и затратах. Вопрос состоял в том, будут ли участники эксперимента в Москве демонстрировать такое рыночное поведение.

Анализ результатов показал, что хотя в целом стремление к равновесию просматривается, однако скорость

сходимости в серии экспериментов в Москве 1991–1992 гг. была существенно ниже, а амплитуда колебаний цены значительно выше, чем в аналогичных экспериментах с участниками из стран с рыночной экономикой. Эти отличия объяснялись отсутствием стереотипов рыночного поведения у большинства участников эксперимента в Москве. Многие были подвержены «хватательному рефлексу» времен тотального дефицита: им казалось, что главное — заключить сделку быстрее других. Наличием «кроликов» с неправильными для рынка рефлексамися моментально воспользовалась небольшая группа «волков», которые быстро поняли, что к чему, и научились извлекать выигрыш из данной ситуации. «Кроликам» понадобилось время, чтобы обучиться несложным фокусам рыночного поведения (по крайней мере, в рамках проводимых экспериментов). Вывод был очевиден: для того чтобы рыночные реформы были эффективны, не надо спешить, чтобы дать возможность большинству сформировать адекватные стереотипы поведения. Правда, с точки зрения «волков», форсирование реформ дает максимальный личный выигрыш, пусть и в ущерб эффективности экономики в целом.

Эти результаты докладывались на Мировом экономическом конгрессе, который состоялся в Москве в 1992 г. Секцию вел Кеннет Эрроу, нобелевский лауреат 1972 г. и один из ведущих экономистов современности. Он одобрил наши усилия по проведению экономических экспериментов в контролируемых условиях лаборатории. Впоследствии выводы по результатам этих экспериментов

были опубликованы (Menshikov, Menshikova, Myagkov, Plott, 1998).

На этом же конгрессе Санджей Шривастава из университета Карнеги Меллон предложил нам включиться в международный проект по обучению финансовым рынкам методами экспериментальной экономики. Мы согласились по многим причинам, из которых решающей было требование руководства АНХ перейти на самофинансирование нашей лаборатории. Желающих обучаться поведению на финансовых рынках по солидной методике было тогда много, и после соответствующей подготовки в августе 1993 г. мы провели первую учебную программу FAST (Financial Analysis and Securities Trading — финансовый анализ и торговля ценными бумагами). Программа FAST была основана на 12 экспериментах по всем основным видам ценных бумаг. Практические занятия позволяли слушателям активно осваивать теоретический материал, который излагался на лекциях. Неожиданно для нас успех программы был весьма значительным.

Среди наших первых слушателей оказались представители Центрального банка России, который в мае 1993 г. провел первый аукцион по размещению ГКО и сотрудникам которого остро нужны были системные знания по работе на открытых финансовых рынках. Мы предложили начать целенаправленные лабораторные исследования по совершенствованию механизма размещения ГКО в интересах стабилизации финансовой системы России. Наши первые эксперименты по аукционам размещения произвели положительное впечатление, однако нам было

сказано, что надо подождать конца 1993 г., поскольку сейчас Министерство финансов с помощью ЦБР раскручивает рынок ГКО, постоянно расширяя объем размещения без учета реальной возможности погашения госдолга из доходов бюджета. Мы пытались вернуться к этому разговору в 1996 г., но нам было сказано, что сейчас опять это не ко времени, поскольку случается, что более 90% «доходов» бюджета дает ГКО. Увы, этот маховик, как известно, не был остановлен до дефолта в августе 1998 г. Нам оставалось докладывать результаты лабораторных исследований на международных семинарах и конференциях, которые в 1994–1995 гг. состоялись в университетах Роттердама и Амстердама в Голландии.

Пестрый состав наших слушателей требовал индивидуального подхода в преподавании. Заведующая нашей лабораторией О.Р. Меньшикова в контакте с институтом психологии РАН стала использовать методы психологического тестирования для выявления личностных особенностей слушателей. Выяснилось, что типичный слушатель АНХ существенно отличается от типичного студента МФТИ или ВМК МГУ. Причем это различие проявляется не только в уровне подготовки и возрасте, но и в ином психологическом типе личности. На основе полученных рекомендаций программа FAST была существенным образом перестроена. Более того, оказалось, что по результатам психологического тестирования можно дать хороший прогноз, кто из слушателей окажется наиболее результативным в серии экспериментов по торговле на лабораторных финансовых рынках.

Сначала успех таких прогнозов казался случайным совпадением, но потом накопленные данные подтолкнули к поиску причины этого явления. В 1995 г. мы вошли в исследовательский проект совместно с факультетом экономической психологии Роттердамского университета и институтом психологии РАН. В рамках этого проекта мы проводили эксперименты социально-экономического характера по выявлению соотношения социального и индивидуалистического поведения участников из России в сопоставлении с поведением европейских участников. Значимой разницы результаты этой серии экспериментов не выявили, зато подтвердили пользу сопоставления процесса принятия решений с данными психологического тестирования.

Заняться осмыслением накопленного опыта мы смогли только в 2004 г., когда в МФТИ была создана ЛЭЭ, заведующим которой стал А.Н. Чабан. А.Н. Чабан (как и О.Р. Меньшикова) с самого начала входил в нашу маленькую группу экспериментаторов. На базе ЛЭЭ был организован годовой курс лабораторных работ для студентов V–VI курсов ФУПМ. Параллельно была создана небольшая лаборатория в ВЦ РАН, которая позволяла конструировать новые эксперименты и проводить их отладку группой участников специального семинара. В результате мы получили уникальную возможность совмещать исследования и преподавание, причем в форме активного участия студентов и аспирантов как в самих экспериментах, так и в анализе их результатов, а также в разработке новых вариантов экспериментов. На этой основе за пять лет было выполнено

несколько исследовательских проектов, подробное изложение результатов которых выходит за пределы данной публикации.

В 2005 г. мы начали совместный проект с профессором Михаилом Мягковым, университет штата Орегон, США, в прошлом выпускником ФУПМ МФТИ. М.М. Мягков работает сейчас в области экономической психологии, причем нас с ним объединяет стремление к построению экспериментов, которые формально можно было бы исследовать методами теории игр. На материалах проведенных в рамках данного проекта экспериментов О.Р. Меньшикова обнаружила феномен прямой зависимости типа поведения участника от типа его личности (Меньшикова, Мороз, Талачева, 2009; Лукинова, Меньшикова, 2009).

В 2006 г. наша ЛЭЭ была оснащена системой из пяти стабилотрафических кресел, которые позволяют измерять системные психофизиологические характеристики участников в процессе принятия решений. Заказ на разработку этой системы для ОКБ «Ритм», Таганрог, был выполнен совместно со специалистами из Института нейрохирургии им. Бурденко, в котором подобные кресла использовали для реабилитации пациентов, а также в прикладных исследованиях. Ниже будет описан один из результатов, полученный на основе данного междисциплинарного подхода (Лукьянов, Максакова, Меньшиков, Меньшикова, Чабан, 2007).

### **Что думают и чувствуют люди в процессе принятия решений?**

Целью нашего исследования является анализ динамики психофи-

**зиологических характеристик** участников лабораторных рынков в процессе принятия экономических решений. В качестве измерителей психофизиологических характеристик используются **стабилотресла**: обычные офисные кресла с вмонтированными чувствительными датчиками и микропроцессором для измерения в реальном времени динамики положения центра тяжести с частотой 50 раз в секунду.

Возникает вопрос: **как сравнить стабилотрафические данные и историю рыночных действий? Новый алгоритм сегментации** (Бурнаев, Меньшиков, 2009) позволил эффективно разбивать стабилотрафические ряды на относительно однородные фрагменты. Алгоритм сегментации получен как решение задачи оценивания параметров **скрытой марковской модели (СММ)**.

Применение данного алгоритма на уровне **индивидуального принятия решений** подтверждает гипотезу о **согласовании моментов сегментации стабилотрафической кривой** участника с моментами **сигнальных действий** на лабораторном рынке. На уровне **групповых решений** обнаружен эффект **синхронизации стабилотрафических рядов** участников в момент **кульминации** торгов, связанный с **выявлением приватной информации**. **Степень синхронизации** оценивается с помощью показателя близости, вычисленного на основе специальным образом **агрегированной канонической корреляции**. Совокупность данных результатов позволила говорить о построении **модели функционального состояния (ФС)** участников.

**Система стабилотресел в ЛЭЭ МФТИ** представлена на рисунке 1.

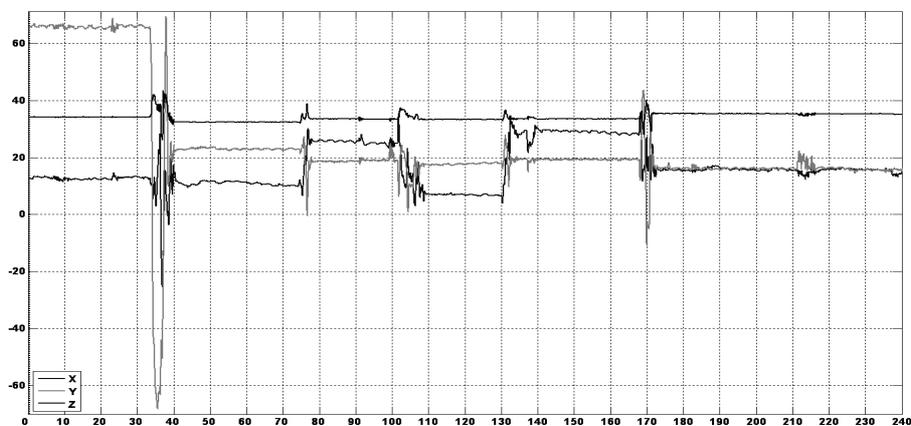
Рисунок 1

Система стабилокресел ЛЭЭ в процессе проведения эксперимента



Рисунок 2

Типичный вид стабิโลграфических данных



Ведущий эксперимент А.Н. Чабан управляет двумя компьютерами: слева на ноутбуке он задает параметры лабораторного рынка, открывает и закрывает торги, а справа у него монитор сервера, куда поступают данные со всех кресел. В его задачу входит расстановка маркеров существен-

ных событий, которые могут повлиять на стабิโลграммы участников.

На рисунке 2 приведена типичная стабิโลграмма участника за 240 секунд эксперимента. Стабิโลграмма представляет собой развертку трех координат центра тяжести участника во времени. Наиболее информативной

является координата Y (светлая линия), которая фиксирует движение участника вперед к дисплею и назад от него. Следующей по изменчивости оказывается координата X, которой соответствует покачивание влево и вправо. Координата Z фиксирует движение вверх и вниз благодаря опоре на ноги.

Видно, что координаты стабиллограммы характеризуются стохастическими колебаниями относительно локально постоянного уровня. При этом в какие-то моменты происходят скачки с одного уровня на другой. Наши партнеры-психофизиологи считают, что этим характеризуется **функциональное состояние (ФС)** участника, которое является локально стабильным, но с обязательными значимыми всплесками.

Следует отметить, что определение ФС является достаточно размытым, и по этому поводу в специальной литературе ведется развернутая дискуссия. Для нас важно, что ФС можно померить, по крайней мере, частично. Более того, стабиллография дает возможность выявить разнообразные системные характеристики ФС испытуемого, включая реакцию на когнитивную нагрузку.

Разработанный специально для данной задачи **алгоритм сегментации временного ряда** подробно описан (Бурнаев, Меньшиков, 2009). Сегментация ряда означает разбивку его на достаточно однородные части, или сегменты. Наш алгоритм относится к классу **off-line методов**, которые используются при анализе данных после завершения эксперимента. Для сравнения on-line методы пытаются определить момент скачка в

реальном времени как можно раньше, после того как он произошел. Сложность известных off-line методов квадратично зависит от длины ряда наблюдений. Длина стабиллографического ряда участника эксперимента, длящегося 240 секунд при частоте измерений 50 раз в секунду, составляет 12 000, что соответствует 144 миллионам итераций. Такие методы трудно использовать без привлечения суперкомпьютеров. **Идея нашего алгоритма** связана с построением скрытой марковской модели (СММ) по уровням. Предполагается, что процесс характеризуется случайными блужданиями **вокруг** некоторого уровня (один сегмент) и **малой вероятностью** скачка на другой уровень (следующий по времени сегмент ряда). Для заданного ряда наблюдений можно найти **наиболее вероятные моменты**, в которые происходят такие скачки (с помощью максимизации функции правдоподобия); в работе доказывается **сходимость** алгоритма (Бурнаев, Меньшиков, 2009). Сложность нашего алгоритма линейно зависит от длины ряда, а квадратично — от количества скачков, которое для стабиллографических рядов является малой величиной по сравнению с длиной ряда.

Хочется подчеркнуть, что мы не считаем СММ инструментом моделирования процесса, а только используем вычислительную эффективность данного способа сегментации. Для наших задач время решения составляло 10–20 секунд на современном стандартном двухъядерном ноутбуке при длине ряда 12 000 и числе скачков не больше 40.

Анализируемый нами **лабораторный рынок с приватной информацией**

**участников** является основой для проведения экспериментов по информационной эффективности рынка и рациональным ожиданиями. Для исследования динамики индивидуальных ФС участников был выбран наиболее простой эксперимент RE0 из этой серии. Агрегированное поведение участников этого эксперимента было хорошо изучено (Меньшиков, Меньшикова, 2006).

**Эксперимент RE0** характеризуется единственным активом, который торгуется один период, равный 240 с. После закрытия торгов стоимость  $V$  актива становится известной всем участникам. До начала торгов известно только, что  $V$  определяется случайно и равновероятно из множества сценариев {30, 70, 110}. Дополнительно каждому участнику сообщается **приватная информация**, какого одного сценария точно **не** будет. Например, если истинная стоимость есть  $V = 30$ , то половина участников знает, что  $V$  равно 30 или 70 (а **не** 110), а другие знают, что  $V$  равно 30 или 110 (а **не** 70). Гипотеза рациональных ожиданий в данном случае означает, что та часть информации, которая неизвестна участникам, будет восполнена рынком. В **равновесии с рациональными ожиданиями (REE)** это восполнение будет верным, т. е. рыночная оценка актива будет соответствовать истинному сценарию  $V$ , на которую однозначно указывает совокупная приватная информация всех участников.

Однако участники не общаются друг с другом иначе, чем через специальный торговый механизм — **двойной аукцион**, применяемый на большинстве бирж. В данном случае мы использовали систему **FIS**, разрабо-

танную Дж. О'Брайеном и С. Шриваставой по заказу университета Карнеги Меллон, США. Участники делают заявки на покупку и продажу, которые выстраиваются в две упорядоченные по цене заявок очереди. Как только эти очереди перекрываются, т. е. появляется такая пара заявок на продажу и покупку, что цена заявки на продажу не больше цены заявки на покупку, то регистрируется сделка по цене той заявки, которая была подана раньше. Эта пара убирается из очереди, и процесс подачи заявок продолжается.

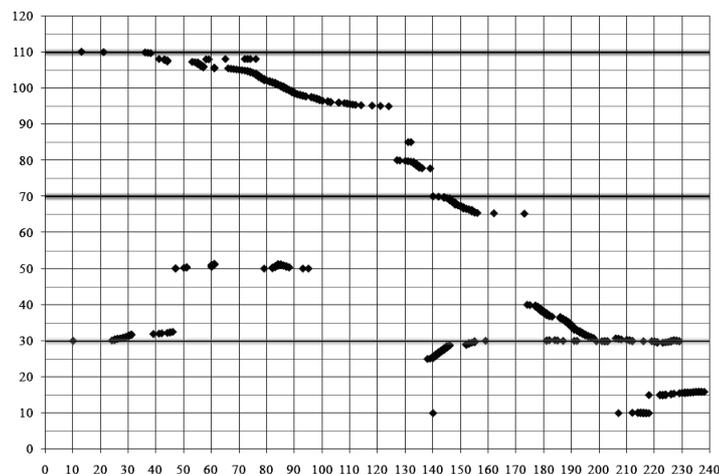
На рисунке 3 показана динамика подачи заявок на покупку и продажу во времени. Указаны только цены заявок. В эксперименте RE0, который проводился в ЛЭЭ МФТИ 15.12.2006, участвовало пять (по числу стабиллокресел) человек, студентов VI курса ФУПМ.

Торговая активность участников характеризуется неожиданным затишьем на 10 с в окрестности 170 с, после которого произошел резкий переход к равновесию (REE), в данном случае соответствующему истинной стоимости актива 30. После выявления информации обычно торговля затихает, но в этом эксперименте один из участников, видимо, потерял ориентацию и стал продавать актив по цене ниже 30, что было его явной ошибкой и чем не замедлили воспользоваться остальные. Это объясняет неожиданную активность участников после перехода к равновесию.

Если рассмотреть лабораторный рынок RE0 с позиций теории игр, то получим **динамическую игру с неполной информацией** (Меньшиков, 2006). Для таких игр каждое действие

Рисунок 3

Эксперимент RE0. Динамика цен на заявку и покупку



одного игрока имеет для других игроков сигнальный смысл. Например, пусть кто-то сделал в самом начале торгов заявку на покупку по цене 31. Что это означает? Возможны три варианта ответа: 1) у автора заявки есть информация, опровергающая равенство стоимости актива значению 30; 2) это просто ошибка; 3) автор нарочно дает ложную информацию, чтобы всех запутать. Какой из этих ответов является правильным, решать каждому самостоятельно. Таким образом, рынок RE0 можно рассматривать как динамическую сигнальную игру.

Хотя теоретически в RE0 каждое торговое действие является сигнальным, мы выделим только наиболее значимые **рыночные сигналы**. Они обусловлены **выделенными ценовыми уровнями**: 30, 70, 110:

1) первая заявка на покупку выше уровня,

2) первая заявка на продажу ниже уровня,

3) скачок в цене заявки на покупку или продажу больше порогового значения.

Моменты сигнальных действий определяются по результатам торгов и образуют в данном случае множество  $M_A = \{21, 24, 47, 84, 127, 140, 174, 199\}$  (в секундах). Разберемся с каждым сигнальным действием более подробно.

21 — заявка на продажу по цене 109.9 в количестве 10 единиц игрока 5, обладающего информацией не 110;

24 — заявка на покупку по цене 30.1 в количестве 1 единица игрока 2, обладающего информацией не 70;

47 — заявка на покупку 50 в количестве 1, повышенной после 32.5 игрока 2 с информацией не 70 (блеф);

84 — заявка на продажу по 51.2 игрока 2 с информацией не 70;

127 — заявка на продажу по цене 80, пониженной после 94.9 игрока 2;

140 — заявка на продажу по цене 70, пониженной после 77.7 игрока 4 с информацией не 70;

174 — заявка на продажу по 40, пониженной после 65.2 игрока 2;

199 — заявка на продажу по 29.6 игрока 5 с информацией не 110 (ошибка игрока 5).

**Кульминация** пришлась на период без торговых действий на отрезке [162, 172]. Выявление приватной информации, когда все поняли, что истинная стоимость актива равна 30, произошло после 174 с. Выход на REE осуществился к 198 с. Потом последовала странная ошибка игрока 5, которая оживила окончание торгов.

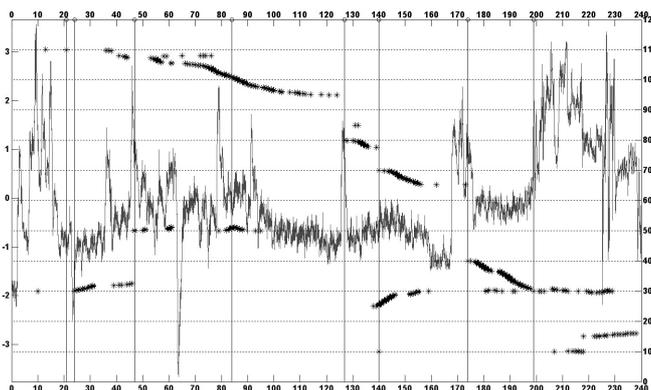
На рисунке 4 осуществлено наложение процесса совершения торговых действий, произведенных в ходе эксперимента, на функциональное состояние наиболее активного участника 2, которому принадлежит большинство сигнальных действий. ФС участника 2 представлено координатой  $Y$ , которая измерялась с помощью стабиллокресла.

Мы видим скачки по  $Y$  почти *перед* каждым *его* сигнальным действием! Отсюда можем предположить, что сигнальные действия участника находят свое отражение в измеряемой динамике его ФС.

Могут ли сигнальные моменты быть автоматически выявлены по стабิโลграмме на основе алгоритма сегментации? Сколько сегментов задать в качестве параметров алгоритма? Конечно, не все скачки стабิโลграммы можно объяснить сигнальными действиями участника. Даже находясь по просьбе ведущего в состоянии спокойного бодрствования до и после торгов, участник совершает скачки по каким-то неведомым нам внутренним причинам. Исходя из этого удвоим количество сегментов по сравнению с количеством сигнальных действий.

Результат представлен на рисунке 5. Если бы мы стремились установить

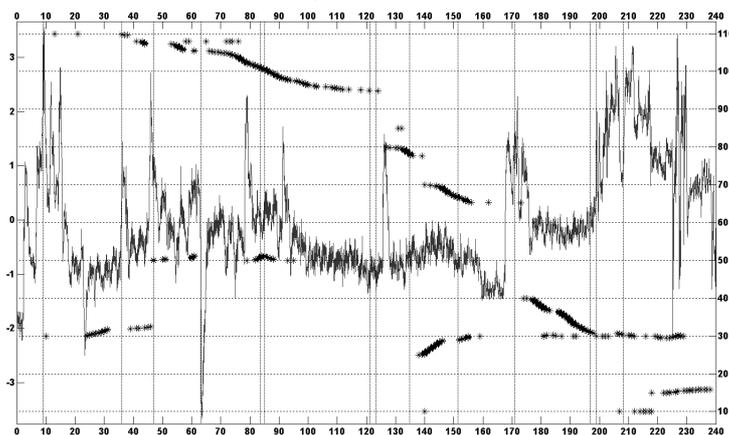
Рисунок 4

Функциональное состояние ( $Y$ ) игрока 2 в ходе торгов

*Примечание.* Горизонтальная ось соответствует времени в секундах. Цены заявок (правая вертикальная шкала) на покупку и продажу всех участников помечены жирными точками. Координата  $Y$  (левая вертикальная ось) выглядит непрерывной (50 точек в секунду).

Рисунок 5

## Сигналы и сегменты по координате Y игрока 2



однозначное соответствие 8 сигналов с сегментами, то нам понадобилось бы 9 сегментов. Удваивая число сегментов, мы оставляем простор для не связанных с сигнальными действиями скачков. Сегменты находятся с помощью нашего алгоритма (Бурнаев, Меньшиков, 2009).

Мы видим, что автоматически найденные границы сегментов находятся вблизи почти каждого сигнального действия. Как измерить **близость сегментов к сигналам** формально?

Пусть  $M_A$  — множество моментов сигнальных действий, а  $M_S$  — множество моментов сегментации. Для каждого сигнального момента  $m_A \in M_A$  расстояние до множества  $M_S$ :

$$\rho(m_A, M_S) = \min_{m_S \in M_S} |m_A - m_S| = |m_A - m_S(m_A)|$$

Здесь  $m_S(m_A)$  — ближайший момент сегментации для заданного сигнального действия  $m_A$ . Важен **знак** величины  $r(m_A, M_S) = m_S(m_A) - m_A$ . Если  $r(m_A, M_S) < 0$ , то скачок происхо-

дит **до** сигнального действия. Это естественно для **автора** сигнала, который сначала принимает решение, испытывая, как говорят психофизиологи, **когнитивную нагрузку**, а потом совершает действие. Если  $r(m_A, M_S) > 0$ , то скачок происходит **после** сигнального действия. Это естественно, если автором сигнального действия является кто-то другой.

Испытывались различные типы сегментации. Под X-, Y- и Z-сегментацией мы понимаем сегментацию по соответствующей координате. E-сегментация проводится на основе ряда энергии — в стабิโลграфии это просто кинетическая энергия перемещения центра тяжести испытуемого, равная половине квадрата линейной скорости в трехмерном пространстве. Энергия является естественной физической сверткой координат. Логическая свертка основана на максимизации функции правдоподобия, равной произведению функций правдоподобия для координат X, Y и

Z. Так получается F-сегментация. Как показал опыт вычислений, F-сегментация хорошо определяет момент скачка, а V-сегментация выделяет начало и конец скачка. Как видно из приведенных выше стабิโลграмм, скачок имеет обычно некоторую протяженность во времени от 1 до 5 с. F-сегментация должна поставить границу сегментов в любой точке данного отрезка, а V-сегментация при достаточно большом априорном значении числа сегментов может найти границы каждого скачка.

В таблице 1 приведены результаты F- и V-сегментации для каждого участника вместе с их выигрышами и показателями выявления сигналов. Для каждого сигнального момента (в строке) и для каждого участника (в столбце) приведено расстояние (со знаком) до ближайшего момента сегментации по его стабילוграмме; пустые клетки означают, что сигнальный момент не проявился в его сегментации. Для каж-

дого участника 1–5 представлен его выигрыш на лабораторном рынке REO в условных очках. Этот выигрыш соответствует его прибыли (убытка) от торговых действий (сделок).

Главный вывод по данным, приведенным в таблице 1, состоит в том, что скачок происходит перед сигнальным действием и после его наблюдения. Лучше всего выявился критический сигнальный момент 174 и момент 199 ошибки игрока 5. Если смотреть степень выявления по игрокам, то обнаружится интересная закономерность: у кого степень выявления больше, тот получил и больший выигрыш. Так, игрок 3 имеет максимальную степень и наибольший выигрыш. Заметим, что он сам не совершал сигнальных действий, зато внимательно за ними следил и вовремя делал правильные выводы. Игрок 5 имеет минимальную степень выявления и минимальный выигрыш. Наверное, он не вполне

Таблица 1

Сигнальные моменты и сегментации для всех участников

Участник		1		2		3		4		5		Выявление, %
Выигрыш		-0.58		0.62		1.16		-1.19		0		
Метод		V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	
Моменты, с	Автор сигнала											
21	4								-1.06			10
24	2	3.88	4.35			4.68					-0.10	40
47	2	2.68	0.63	-0.08	-1.62	-1.66	-5.16			1.62		70
84	2		-4.58	-1.30	0.94	3.02	3.24	-1.66		-1.44		70
127	2	-3.70	-0.08	-1.48	-1.50	0.32	2.58					60
140	6			-2.16	0.14	-0.34	1.16			-6.54	-4.00	40
174	2	0.75	-9.13	0.74	1.24	3.02	3.50	0.12	0.24	-0.80		90
199	4	-3.22		-0.28	-0.26	7.72	-0.98	-0.78	0.76	0.68	-3.00	90
Выявление, %		62.5	62.5	75	75	87.5	75	37.5	37.5	62.5	37.5	

включился в игру и не до конца понял, что происходит.

Перейдем теперь к анализу **групповых решений и функционального состояния группы** участников. Самый простой способ свертки всех 15 стабิโลграфических рядов 5 участников состоит в расчете совокупной энергии группы. После этого мы имеем один ряд, к которому применим алгоритм сегментации. На рисунке 6 приведены 9 сегментов, полученных с помощью алгоритма для ряда общей энергии группы всех

5 участников. Для каждого сегмента приводится среднее значение энергии. Видны скачки начала торгов, кульминационного периода выявления информации и бурный финиш, связанный с ошибкой одного из участников и самим фактом закрытия рынка (внешний сигнал).

График групповой энергии заменен на кусочно-постоянный средних значений, поскольку сама групповая (да и индивидуальная) энергия является весьма изменчивой характеристикой, что видно на рисунке 7:

Рисунок 6

9 сегментов со средним значением энергии

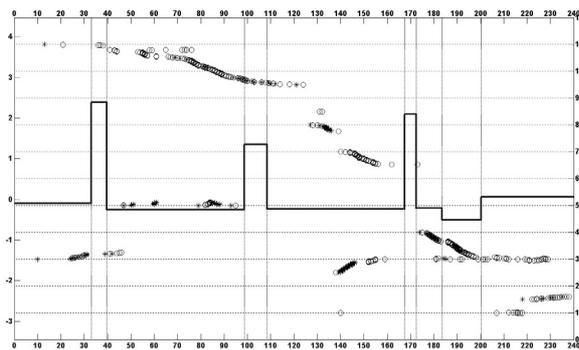
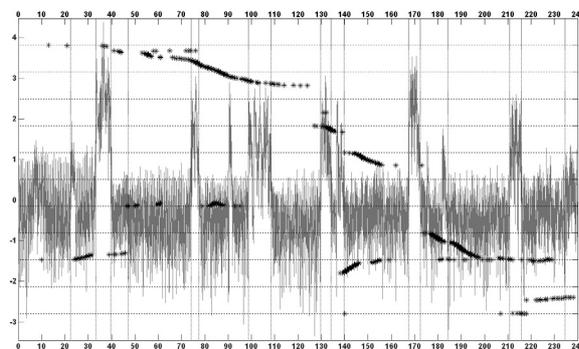


Рисунок 7

18 сегментов по общей энергии с границами скачков



количество сегментов увеличено вдвое, что позволило распознать границы четырех скачков, соответствующих важным событиям на рынке.

Другой способ групповой сегментации основан на **произведении индивидуальных функций правдоподобия**. Назовем его **I-сегментацией**. Этот метод необходимо дополнить **фильтрацией скачков**: скачок должен быть **достаточно большим** для **большинства** участников, что определяется параметрами алгоритма. Обычно для каждого участника для свертки берется координата  $Y$  или энергия. В последнем случае происходит комбинация физического и логического способов свертки стабิโลграфических рядов, т. е. для каждого отдельного участника берется физическая свертка трехмерного стабิโลграфического ряда в виде энергии, а между участниками используется логическая свертка на базе произведения индивидуальных функций правдоподобия. Фильтрация позволяет оставлять только те моменты сегментации, в которые происходит

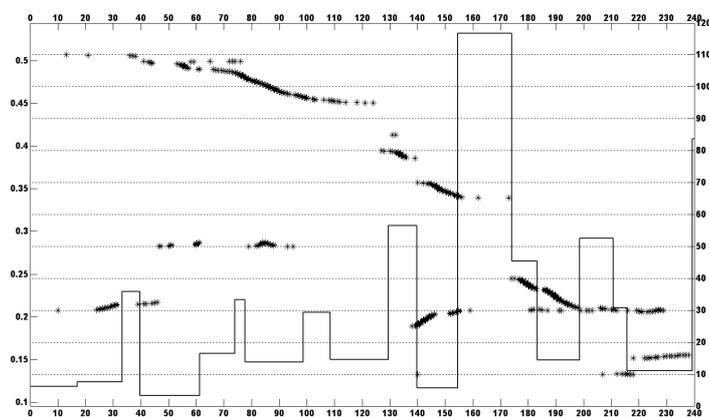
скачок энергии у большинства участников (скажем, хотя бы у трех из пяти).

После проведения I-сегментации и фильтрации для оставшихся сегментов можно посчитать степень **похожести** стабิโลграммы одного участника на стабิโลграммы остальных. Это делается с помощью канонической корреляции (CanCorr), которая находит линейное преобразование двух групп векторных данных так, чтобы максимизировать корреляцию полученных агрегатов. Здесь возникает задача на собственные значения, аналогичная поиску главных компонент (Bilodeau, Brenner, 1999).

Получив ответ на вопрос, насколько данный участник похож на остальных, можно перейти к вопросу, насколько в среднем по группе участник похож на остальных. Чем больше CanCorr, тем больше **степень синхронизации** ФС участников группы.

На рисунке 8 показана I-сегментация с фильтрацией по 18 сегментам и

Рисунок 8

I-сегментация по  $Y$  после фильтрации и степень синхронизации

степень синхронизации ФС участников, рассчитанная как осредненное значение  $\text{CanCorr}$  по группе. Момент выявления информации и выхода на REE можно угадать, не глядя на цены, а только по данным стабิโลграфии. Значит, стабิโลграфию участников можно трактовать как информационную рыночную систему.

Более детальная I-сегментация с фильтрацией по 36 сегментам и рассчитанной по ней степени синхронизации представлена на рисунке 9. Здесь кульминация в районе 170 с выявилась особенно явно.

Получив эти данные, мы провели некоторое подобие контрольного эксперимента с новыми участниками, предоставив анализ данных независимому эксперту (Е.В. Гасниковой). Новый эксперимент был проведен 15.11.2008 в ЛЭЭ МФТИ с новыми участниками, но в тех же условиях. Из всех групп для анализа была выбрана та, где реализовался сценарий истинной стоимости, равной, как и ранее, 30.

На первый взгляд, данные эксперимента выглядели шокирующими: участники сделали за те же 240 с в 10 раз меньше торговых действий. Участники, видимо, больше думали и реже совершали действия. Однако на характере индивидуальной стабิโลграммы (рисунок 10) это не сказалось и для данного участника, и для всех остальных.

У-сегментация для этого участника, как показывает рисунок 11, дает хорошие результаты. Возможно, имеет смысл на индивидуальном уровне также проводить некоторую фильтрацию, пренебрегая малыми скачками.

Торговые действия в контрольном эксперименте характеризуются тем, что все всем стало ясно к 120 с (рисунок 12) после продажи по цене 40. Предшествующую этой сделке заявку на покупку по цене 40 скорее следует отнести к рискованному действию игрока, чем к попытке блефа. Во всяком случае удачного блефа явно не выявлено, поскольку эта заявка

Рисунок 9

#### I-сегментация по энергии с фильтрацией и степенью синхронизации

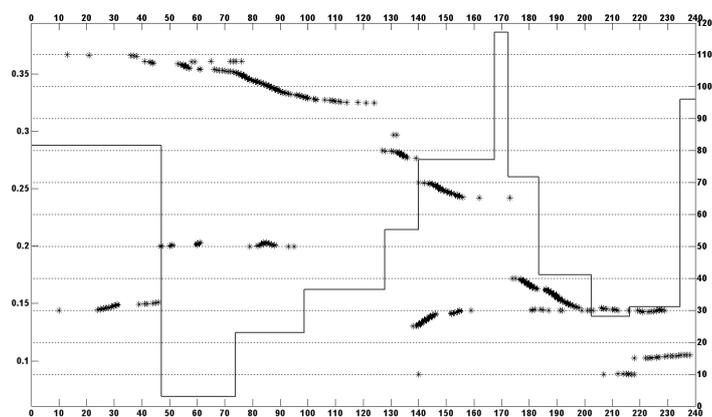


Рисунок 10

**ФС участника локально стабильно: скачки с уровня на уровень**

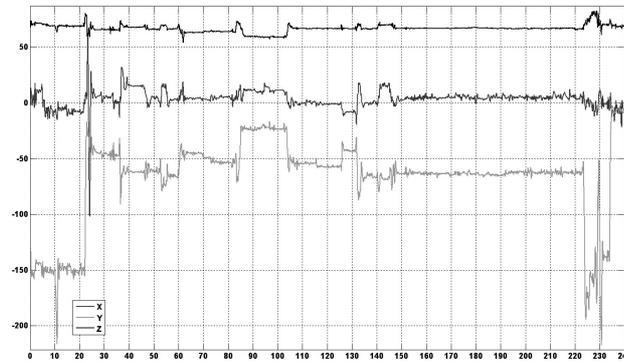


Рисунок 11

**Индивидуальная Y-сегментация для контрольного эксперимента**

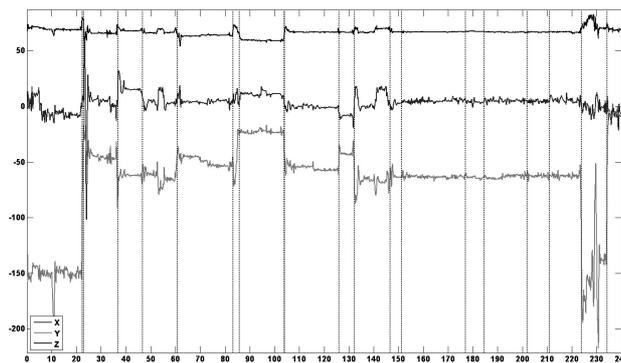
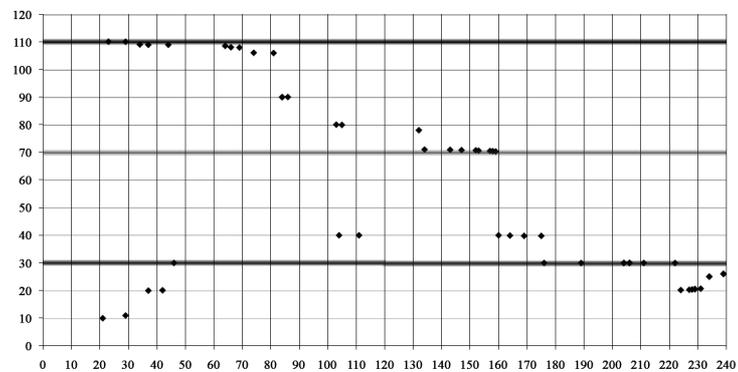


Рисунок 12

**Торговые действия в контрольном эксперименте**



ничего, кроме убытка, ее автору не принесла. Формально REE достигается лишь к 204 с со сделками по 30.

Перечислим все рыночные сигналы контрольного эксперимента, отобранные по тем же критериям, что и ранее.

34 — Игрок 2 заявка на продажу по 109 (информация не 110);

46 — Игрок 2 заявка на покупку по 30 (после 20.1);

84 — Игрок 1 (информация не 70) заявка на продажу по 89.9 после 105.9;

103 — Игрок 2 заявка на продажу по 80 после 89.9;

104 — Игрок 0 (информация не 110) заявка на покупку по 40;

111 — Игрок 1 продал по 40 сразу 10 штук;

134 — Игрок 2 заявка на продажу по 71 после 78;

160 — Игрок 3 заявка на продажу по 40;

204 — Игрок 3 продал по 30. Нулевая сделка по REE.

Попробуем теперь сопоставить сигналы и индивидуальную сегмен-

тацию для игрока 2, который оказался наиболее активным в контрольном эксперименте. По рисунку 13 мы видим, что рядом с каждым сигнальным моментом есть скачок.

Проведем V- и F-сегментацию для каждого участника. Оценка степени выявления каждого сигнального момента по каждому участнику приведена в таблице 2. Можно заметить существенно большую степень выявления, чем в эксперименте 2006 г. Участники совершали меньше действий, но больше уделяли внимания рыночной динамике.

Таблица 2 составлена по тем же правилам, что и описанная выше таблица 1.

Сегментация по общей энергии группы выявляет скачком кульминацию между 120 и 130 секундами (рисунок 14).

I-сегментация однозначно указывает на рисунке 15 на максимальную степень синхронизации в период кульминации.

В целом можно сделать вывод о том, что динамика ФС группы следует

Рисунок 13

Индивидуальная Y-сегментация и торговые действия

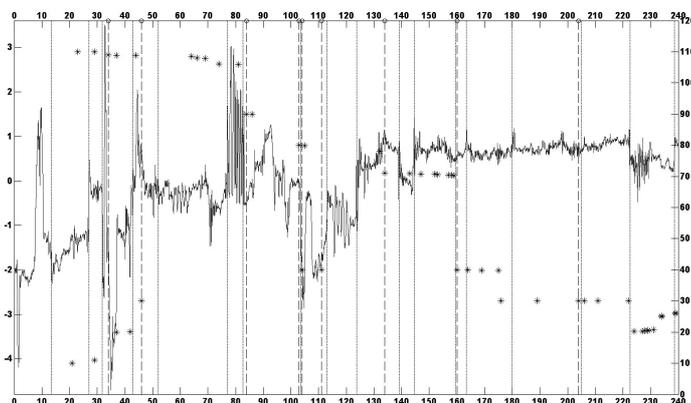


Таблица 2

**Выявление сигналов в контрольном эксперименте**

Участник		1		2		3		4		5		Выявление, %
Выигрыш		2.30		3.22		2.40		3.20		3.28		
Метод		V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	
Моменты, с	Автор сигнала											
34	2		3.42	-1.16	-3.92	2.06	-2.18	4.40	3.76	-1.64	2.70	90
46	2	-0.40	3.14			6.16	-3.24	-2.34	-1.60	-0.02	0.64	80
84	2	-2.94	2.62	5.3	2.34	-0.56	-1.38	-1.76		2.60	-0.80	90
103	2	3.70	4.2	1.62	0.24	0.18	0.44	-3.98	-0.10	-0.52	0.82	100
104	0	2.70	3.2	0.62	-0.76	-0.82	-0.56	2.98	-1.10	-1.52	0.10	100
111	1	4.98	3.24	4.58			2.02	-4.02		-2.76	-6.90	70
134	2	-6.34	5.12	-0.06	0.28	4.70	5.26	5.56	-2.12	0.06	-1.80	100
160	3	0.64		-0.08	-5.36	-1.42	-0.42	5.60	0.06	0.06		80
			-4.78	3.64	0.96	2.36	1.12	5.12	2.64	0.52	-2.06	90
<b>Выявление, %</b>		77.8	88.90	88.90	77.8	88.90	100	100	77.8	100	88.90	

Рисунок 14

**Сегментация по общей энергии для контрольного эксперимента**

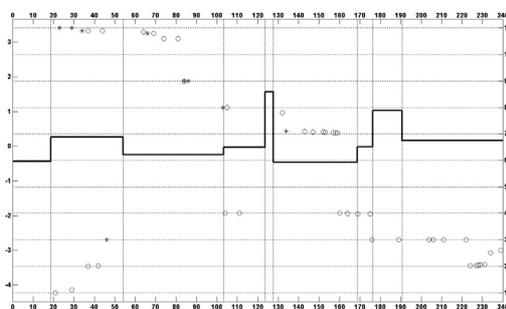
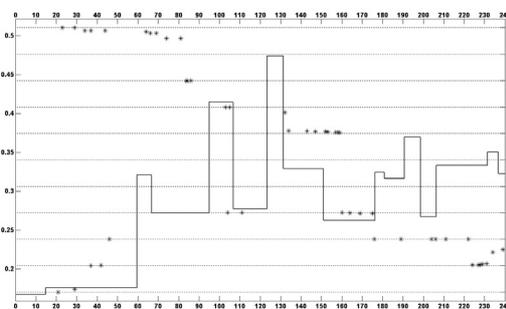


Рисунок 15

**I-сегментация и степень синхронизации для контрольного эксперимента**



логике REE и динамических игр с неполной информацией в смысле важности для участников сигнальных стратегий и сходимости к равновесию с рациональными ожиданиями с выявлением приватной информации.

### Экономика и эмоции

Теперь сопоставим наши результаты с исследованием (Smith, Dickhaut, 2005), которое было опубликовано в 2005 г. в одном из ведущих журналов по теории игр. Обращает на себя внимание существенное изменение в тематике исследований по теории игр, которая до недавних пор не интересовалась действительно сыгранными играми, но исключительно правилами игры и их априорно ожидаемыми исходами. Теоретики как бы пытались разыграть игру в уме за участников. Когда стали анализировать игры, сыгранные в контролируемых условиях лаборатории, все больше внимания пришлось обращать на человеческий фактор.

В качестве измерительной системы в Smith, Dickhaut, 2005 был выбран аппарат для измерения частоты ударов сердца участников в процессе эксперимента. Эти аппараты сейчас почти не доставляют особых неудобств участникам, хотя и не так незаметны, как стабиллокресла. В связи с этим нужно было протестировать гипотезу о том, что наличие аппаратов (измерения частоты ударов сердца) не влияет на поведение участников.

Для анализа были выбраны два эксперимента, которые ранее многократно проводились в разных лабораториях и агрегированное поведение участников которых хорошо

известно: английский и голландский аукционы. В каждом виде аукциона было 6 групп по 4 участника в каждом отдельном аукционе. Эксперимент состоял из последовательности из 60 английских и 60 голландских аукционов для каждой группы.

Участник аукциона приватно получал значение стоимости  $v_i \in [0, 2.50]$ , про которую остальные знали только, что она выбирается случайно, равномерно и независимо от стоимостей других участников.

Если игрок  $i$  купил товар по цене  $p$ , то его выигрыш равен  $v_i - p$ . Если он ничего не купил, то его выигрыш равен 0. Тип аукциона влияет только на правила торгов.

В **английском аукционе** начальная цена на товар равна 0. В начальной позиции считается, что все согласны купить товар по текущей цене. Цена **автоматически повышается** на 0.05 в секунду. В любой момент участник может выйти из игры, нажав специальную кнопку. *Оставшийся* в игре участник получает товар по цене выхода *предпоследнего* участника (поскольку в одной группе 4 участника, то речь идет о цене, соответствующей выходу третьего участника). Можно считать, что предпоследний участник останавливает часы, которые определяют цену продажи товара.

В **голландском аукционе** начальная цена максимальна и равна 2.50. В начальной позиции никто не согласен купить товар по текущей цене. Цена **автоматически понижается** на 0.05 в секунду. *Первый* вошедший участник получает товар по *текущей* цене. Таким образом, теперь часы останавливает первый, нажавший кнопку входа.

Согласно теории игр, в английском аукционе у каждого участника есть доминирующая стратегия: нажимать на кнопку выхода только тогда, когда текущая цена сравнивается с его выкупной стоимостью  $v_i$ . В равновесии в доминирующих стратегиях товар получит участник с максимальной выкупной стоимостью по цене, равной следующей по величине стоимости. Предположим для простоты, что стоимости упорядочены по возрастанию в соответствии с номерами участников. Тогда победит четвертый участник с выигрышем, равным разности между четвертой и третьей стоимостью, остальные же участники получат 0.

Итак, в английском аукционе для группы из 4 человек теоретическим прогнозом цены служит третья по величине стоимость. Можно посчитать разность между выкупной стоимостью третьего вышедшего из игры участника и ценой для каждого периода и для всех 6 групп (всего 360 точек: 6 точек для каждого периода).

Результаты английского аукциона показывают, что примерно 90% точек находятся в 10% зоне отклонения от теоретического прогноза, что соответствует ранее полученным данным, когда на участниках не было измерительной аппаратуры.

Для голландского аукциона теоретическое равновесие найти сложнее, к тому же нужны предположения об отношении участников к риску. Если все относятся к риску нейтрально, то тогда равновесие ищется достаточно просто. Ясно, что игроку нет смысла входить в игру, пока цена выше его выкупной стоимости. Потом игрок находится в зоне

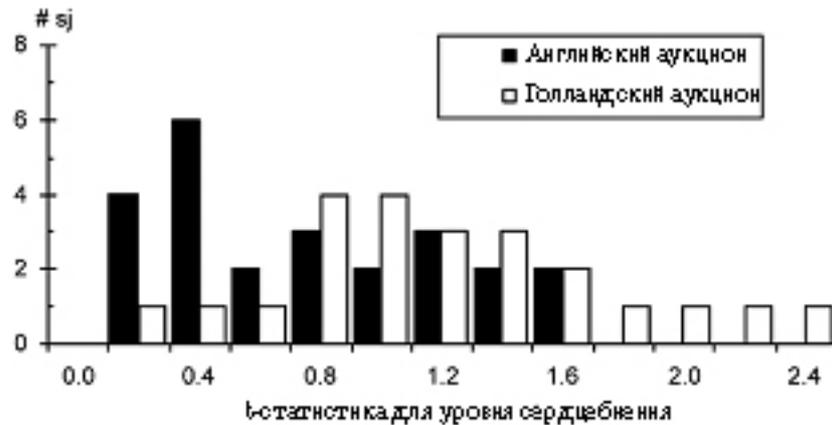
положительного выигрыша, но может его лишиться, если кто-то другой нажмет кнопку раньше. Можно показать, что равновесная стратегия будет линейной функцией от истинной стоимости с коэффициентом наклона меньше 1. Эту стратегию можно сравнить с «искренней», при которой игрок выходит из игры, когда цена равна его стоимости. Разница характеризует величину риска при заданной стоимости.

Результаты голландского аукциона показывают, что 91% точек (стоимость, цена), соответствующих заявкам участников, находятся в секторе между двумя описанными прямыми линиями. Значит, в большинстве своем участники демонстрируют осторожное поведение (антипатию к риску), что также согласуется с ранее полученными результатами.

Итак, наблюдая стандартное для этих экспериментов агрегированное поведение участников, мы убедились только, что аппаратура не мешает участникам. Посмотрим, что она дает нового. Для этого в английском аукционе в теоретический прогноз цены, кроме стоимости, заданной третьим участником, нажавшим кнопку выхода, добавим еще уровень его сердцебиения за 4 с до нажатия кнопки. Для голландского аукциона возьмем стоимость первого участника, нажавшего кнопку, и его сердцебиение за 4 с до этого. Составим линейную регрессию к цене и возьмем абсолютную величину  $t$ -статистики для коэффициента регрессии при уровне сердцебиения. Получим 24 числа: по одному для каждого участника (6 групп по 4 человека). Эти данные на рисунке 15 представлены графически в виде гистограммы.

Рисунок 16

Сравнение сердцебиения участников аукционов



Мы видим, что гистограмма для голландского аукциона существенно сдвинута вправо. Из этого можно сделать вывод, что сердцебиение может помочь в прогнозе цены в случае голландского аукциона, но в случае английского — нет. Содержательно это понятно. В голландском аукционе перед нажатием кнопки участник находится в зоне выигрыша и все время нервничает, решая для себя, пора или не пора нажать кнопку. В английском аукционе каждый заранее знает, когда разумно выйти из игры, поэтому вряд ли он нервничает в случае нажатия кнопки. Итак, механизм торгов влияет на эмоции участников.

Для голландского аукциона есть два значимых момента времени: получение приватного параметра и окончание аукциона, когда кто-то становится его победителем. Всех участников разобьем в каждом периоде на два класса: счастливых, которым выпала стоимость больше 1.25 (среднее значение), и не-

удачников со стоимостью не больше 1.25. Рисунок 17 показывает, что неудачники явно переживают свою неудачу, но равнодушны к исходу аукциона в этом раунде, поскольку понимают, что им не удастся побороться за победу. Счастливики (рисунок 18) воспринимают свою удачу как должное, но зато эмоционально реагируют на момент окончания аукциона. Данные по сердцебиению приведены в виде нормализованных  $z$ -значений (из исходных данных вычитается среднее и делится на стандартное отклонение). Измерения проводятся за 4 с до и 4 с после события.

Оказывается, что такая реакция участников сохраняется на протяжении всего эксперимента. 60 периодов для каждого типа эксперимента делится на три блока по 20 периодов, и приводятся средние данные по блокам. Рисунок 19 демонстрирует, что разочарование неудачников со временем только нарастает. Рисунок 20 показывает, что волнение счастливых в

Рисунок 17

Голландский аукцион. Эмоции и действия. Неудачники.  
Моменты получения частного параметра (стоимости) и окончания аукциона

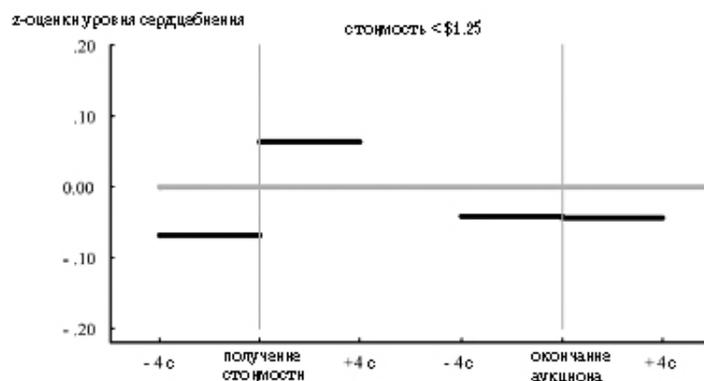
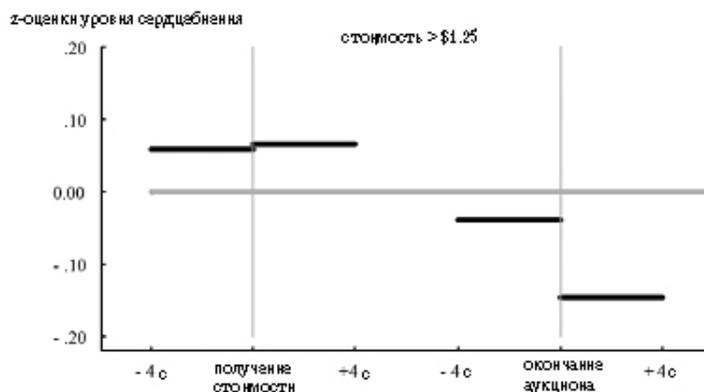


Рисунок 18

Голландский аукцион. Эмоции и действия. Счастливики.  
Моменты получения частного параметра (стоимости) и окончания аукциона



момент окончания хотя и ослабевает, но остается на значимом уровне, что видно из проведенной в этой работе проверки соответствующих гипотез.

Авторы делают следующие **выводы** из данного исследования.

1. Экономическое взаимодействие порождает эмоции. Этим человеческое взаимодействие отличается

от взаимодействий автоматических стратегий (роботов). В стандартной теории это не учитывается.

2. Какие эмоции порождаются, зависит от механизма взаимодействия. При одних и тех же экономических параметрах (спроса и предложения, например) разные механизмы (институты) порождают различную

Рисунок 19

## Динамика по периодам голландского аукциона. Неудачники

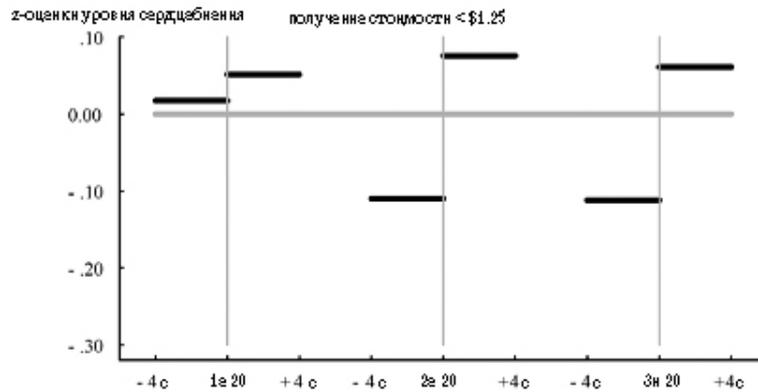
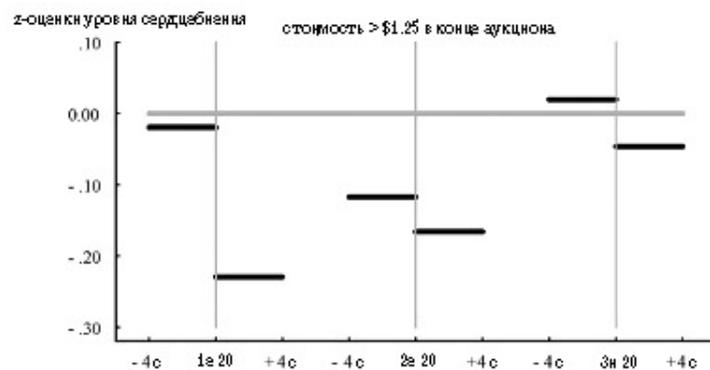


Рисунок 20

## Динамика по периодам голландского аукциона. Счастливики



эмоциональную динамику участников.

3. Зависимость эмоционального фона от механизма может повлиять на выбор механизма, если при его отборе следовать критериям эффективности и стабилизации процесса.

4. Кардиография как информационная система рыночного процесса является примером двойственной динамики по сравнению с процессом

ценообразования. Это значит, что каждый аукционный механизм порождает свою специфическую кардиографию участников.

5. Другие системы измерения состояния участников также возможны, например, измерение гальванического сопротивления кожи. Другие механизмы, например, такие распространенные, как двойной аукцион, также заслуживают подобного анализа.

Проведенная в 2005 г. работа (Smith, Dickhaut, 2005) стала мне известна после завершения нашего исследования (Лукьянов, Максакова, Меньшиков, Меньшикова, Чабан, 2007; Бурнаев, Меньшиков, 2009). Дополнительные выводы в связи с этим таковы.

1. Имеет смысл повторить эксперимент по английскому и голландскому аукциону на наших стабилотреслах с параллельным измерением сердцебиения, чтобы сопоставить две разные системы измерения функционального состояния участников.

2. Двойной аукцион для рынка с неполной информацией мы изучили, т. е. решили задачу, поставленную в работе 2005 г. (Smith, Dickhaut, 2005).

3. Нужна постоянная работа в контакте с психофизиологами, чтобы адекватно трактовать данные измерительной аппаратуры и соответствующим образом описывать двойственный процесс.

4. Люди разных психологических типов испытывают разные эмоции в одних и тех же ситуациях, что также следует учитывать. Например, хорошо известно, что люди разных личностных типов дают совершенно разные кардиографические показатели в одинаковых ситуациях.

#### **Влияние психологических типов участников лабораторных рынков на их результативность**

Влияние психологических типов участников лабораторных рынков на их результативность мы кратко продемонстрируем на примере двух описанных выше экспериментов RE0. Более подробно этот вопрос освещается в наших работах 2009 г.

(Меньшикова, Мороз, Талачева, 2009; Лукинова, Меньшикова, 2009). Разобьем всех участников экспериментов RE0 2006 и 2008 гг. на три класса: победителей (выигрыш больше 0), нейтральных (с выигрышем 0) и проигравших (выигрыш меньше 0). Напомним, что в данной игре сумма торговых выигрышей по всем участникам равна 0. Нейтральные участники не совершали сделок вообще или совершали нулевые сделки по цене равновесия 30. Все участники проходили до эксперимента через систему тестирования, разработанную в ЛЭЭ под руководством О.Р. Меньшиковой. В данном случае мы воспользуемся только данными по тесту MBTI, который зарекомендовал себя еще при работе со слушателями программы FAST (Меньшикова, 2001) и по которому у нас имеется база по 10 000 опрошенных. Этот тест показал свою эффективность и при анализе других экспериментов по рынкам с неполной информацией (Лукинова, Меньшикова, 2009; Меньшиков, Меньшикова, 2006).

Широко известный тест MBTI был создан И. Майерс и К. Бриггс на основе идей Карла Густава Юнга. Подробное изложение всех вопросов теста в русском варианте, а также способ начисления очков по шкалам можно найти в работе А. Аугустинавичюте (Аугустинавичюте, 2008).

Тест MBTI состоит из 94 вопросов и имеет 8 выходных шкал, которые группируются в 4 пары (оппозиции):

**E** (Экстравертный) — **I** (Интровертный), **S** (Ощущающий) — **N** (Интуитивный), **T** (Думающий) — **F** (Чувствующий), **J** (Решающий) — **P** (Воспринимающий).

По максимуму в каждой оппозиции определяются 16 типов: [E,I][S,N][T,F][J,P]. Здесь в скобках приводится шкала с большим значением. Распределение по типам далеко от равномерного. Самый массовый тип, ISTJ, составляет 40% по нашей базе из 10 000 человек, прошедших тест, и по результатам других авторов. Для нас также важно сейчас, что по последней оппозиции большинство в 75% составляет J против 25% у P, т. е. людей, у которых показатель J больше, чем P, в три раза больше.

В таблице 3 десять наших участников эксперимента RE0 расположены в порядке возрастания разности  $J-P$ . В последнем столбце стоит нормированный выигрыш участника в эксперименте. В остальных столбцах стоят разности по парам оппозиций на основании результатов тестирования. Легко заметить, что все проигравшие выделяются условием  $J-P < -11$ , т. е. с явным доминированием P над J. Победители имеют баланс J и P:  $-11 < J-P < 3$ . Нейтраль-

ные игроки отличаются превосходством J:  $J-P > 3$ . Исключение составляет участник 10, у которого имеется небольшой выигрыш при превосходстве J. По-видимому, тут сказывается экстравертность участника.

Конечно, приведенные здесь данные по связи результативности в RE0 и психологического типа можно рассматривать, скорее, как гипотезу, которая требует дальнейшего изучения, однако они согласуются с более полным исследованием (Лукинова, Меньшикова, 2009).

Следует отметить, что для студентов МФТИ имеется сдвиг в сторону больших значений P по сравнению со средними показателями. Это связано с тем, что шкалы MBTI не являются статистически независимыми. Так, имеется существенная корреляция между P и N, что, по-видимому, и определяет сдвиг в сторону P для студентов МФТИ.

Отметим, что интересующие нас факторы состояния и поведения можно представить в виде вершин следующего треугольника:

Таблица 3

Результаты тестирования участников эксперимента RE0

Номер	MBTI	E-I	S-N	T-F	J-P	Выигрыш
1	ENFP	24	-4	-10	-20	-58
2	ESTP	14	3	15	-14	-100
3	ISTP	-14	5	16	-12	-119
4	ESFP	1	6	-7	-10	1
5	ESTP	1	16	23	-9	116
6	ISTP	-17	6	18	-5	62
7	INTJ	-23	-11	9	2	79
8	ISTJ	-8	22	22	5	0
9	ISFJ	-18	4	-18	15	0
10	ESTJ	4	17	9	15	21

1. Поведение, связанное с принятием экономических решений;

2. Функциональное состояние участников, измеряемое специальной аппаратурой;

3. Психологический тип участника.

Мы подробно показали связь (1) и (2) на примере эксперимента REO и обозначили связь (1) и (3). Прямая связь (1) и (3) продемонстрирована в нашей работе 2007 г. (Лукьянов, Максакова, Меньшиков, Меньшикова, Чабан, 2007). Наши результаты нужно воспринимать как обоснование программы будущих исследований.

Добавим также несколько слов о соотношении данной работы с быстро развивающимся сейчас направлением, получившим название нейроэкономика (см.: Camerer, Loewenstein, Prelec, 2005). Основным инструментом исследования здесь служит сканер fMRI, который осуществляет функциональное ядерно-магнитное исследование мозга участника эксперимента. По существу этот сканер является мощным магнитом, который реагирует на перетекание крови в сосудах головного мозга и может локализовать активный в данный момент участок мозга. Это дает совершенно новые возможности непосредственно следить за мозгом участника в процессе принятия решений. Уже получены некоторые интригующие результаты, в том числе по нейромаркетингу (см. видеолекцию: Prelec, 2007).

Но, как всякий метод, fMRI имеет для анализа процесса принятия экономических решений свои недостатки.

1. Активный участок мозга определяется с задержкой по времени и с

повторением однотипных заданий испытуемому. Это дает существенные ограничения по классу изучаемых ситуаций.

2. Испытуемый во время эксперимента лежит в довольно громоздком «саркофаге», причем его голова фиксируется, чтобы не возникло сбоя при измерениях. Будет ли он в таких условиях вести себя естественно?

3. Испытуемый видит экран с проекцией монитора компьютера, но ему доступны только простейшие действия типа нажатия пневматической кнопки. Ничего металлического в сканере быть не должно. Работа с клавиатурой практически исключается.

4. Стоимость сканера весьма высока (в зависимости от комплектации 3–5 миллионов долларов). Наше стабиллокресло стоит в 1000 меньше. К тому же у нас практически равны нулю текущие затраты на измерения, в то время как стоимость одного измерения fMRI составляет около 300 долларов.

5. Теоретически возможно, но практически пока нереально соединить несколько сканеров в сеть с тем, чтобы смотреть состояния мозга всех участников игры одновременно. Известен один такой предварительный эксперимент с двумя участниками.

Отсюда следует, что нужно использовать различные методы измерения функционального состояния человека в процессе принятия решений. Нам удалось что-то сделать с помощью стабиллокресел для эксперимента, в котором агрегированное поведение участников было нам известно. Мы понимаем, что это только начало большого пути междисциплинарных исследований.

## Литература

- Аугустинавичюте А.* Соционика. М.: Черная белка, 2008.
- Бурнаев Е.В., Меньшиков И.С.* Модель функционального состояния участников лабораторных рынков // Изв. РАН. ТиСУ. 2009. № 6. С. 187–204 (в печати).
- Лукинова Е.М., Меньшикова О.Р.* Результативность участников лабораторных рынков в зависимости от их психологических типов // Модели и методы обработки информации. М.: МФТИ, 2009. С. 175–185.
- Лукьянов В.И., Максакова О.А., Меньшиков И.С., Меньшикова О.Р., Чабан А.Н.* Функциональное состояние и эффективность участников лабораторных рынков // Изв. РАН. ТиСУ. 2007. № 6. С. 202–219.
- Меньшиков И.С.* Лекции по теории игр и экономическому моделированию. М.: МЗ Пресс, 2006.
- Меньшиков И.С., Меньшикова О.Р.* Лабораторные исследования информационной эффективности рынков. М.: ВЦ РАН, 2006.
- Меньшикова О.Р.* Использование психологических тестов для повышения эффективности обучения по программе FAST // Соционика, психология и межличностные отношения: человек, коллектив, общество. 2001. Май. С. 24–39. Июнь. С. 7–29.
- Меньшикова О.Р., Мороз И.И., Талачева Е.И.* Влияние психологического типа участника лабораторных рынков на его поведение в социально-экономических экспериментах // Модели и методы обработки информации. М.: МФТИ, 2009. С. 161–174.
- Bilodeau M., Brenner D.* Theory of Multivariate Statistics. Springer, 1999.
- Menshikov I., Menshikova O., Myagkov M., Plott Ch.* From Non Market Attitudes to Market Behavior: Laboratory Market Experiments in Moscow, and the Hvatat Property of Human Behavior // Social Science Working Paper no. 987. Pasadena: California Institute of Technology, 1998. January.
- Smith K., Dickhaut J.* Economics and emotion: Institutions matter // Games and Economic Behavior. 2005. 52. 316–335.
- Camerer C., Loewenstein G., Prelec D.* Neuroeconomics: How Neuroscience Can Inform Economics // Journal of Economic Literature. 2005. XLIII. 9–64.
- Prelec D.* Neuroeconomics. 2008. <http://mitworld.mit.edu/video/598/>.