

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

«ШУБА» ДЛЯ ДОМА И «КАМЕННАЯ» УДОЧКА НА ВЕК

Аблесимов Николай Евгеньевич

Во что мы одеваемся? Ткань, мех, шерсть, в общем, волокна. В них нам тепло и легко. Во что мы «одеваем» наши дома? В кирпич, бетон, металл и стекло!? Холодно и тяжело.

Нервы и мышцы тоже состоят из волокон. И их нам хватает на век. А удочка ломается каждый сезон. Что это за уникальный материал – волокна?

Волокно – материал, длина частицы которого во много раз больше ее диаметра. Основное преимущество волокна над другими материалами – весьма интересное сочетание свойств сплошного твердого тела и среды с развитой межфазной поверхностью (Это сочетание дает постоянство формы и объема с пористостью до нескольких квадратных метров на грамм). Волокна могут быть как органического, так и неорганического происхождения (При этом органические волокна встречаются как в растительном, так и в животном мире). Всем известны материалы из хлопка, льна, пеньки и джута. Ни один искусственный материал не превосходит по качеству шерсть овцы или верблюда, а также шелк тутового шелкопряда. Уникальным примером использования свойств волокна природой является «шуба» белого медведя. По законам охоты «шуба» медведя должна быть белой – для маскировки. По законам физики – черной – для максимального обогрева тела животного. Как совместить несовместимое?

Секрет «шубы» белого медведя заключается в том, что она состоит из пустотелых волокон с шероховатой внутренней поверхностью. Видимый свет хорошо рассеивается неровностями внутри волокон, из которых состоит мех животного. Именно поэтому наблюдателю «шуба» медведя кажется белой. Однако важным в данной ситуации является не только это: под белым мехом у медведя скрыта черная кожа, очень хорошо поглощающая подводимую к ней пустотелыми волосками солнечную энергию. Природа разрешила противоречие – черная кожа, покрытая белой «шубой» (волокном с оптопроводными свойствами).

Волокна неорганического происхождения не так многообразны: к ним относятся минералы из асбеста и базальта. Теплоизоляционные волокна – это в первую очередь рыхлые материалы. В последнее время в сфере их производства идет соревнование между искусственными (преимущественно веществами органической химии) и минеральными (то есть природного происхождения) материалами. Соревнование это длительное и ведет к бескомпромиссной борьбе производителей. На стороне искусственных материалов: широкий ассортимент продукции и крупнотоннажный характер производства. Их недостатки: химические опасности и риски по всей производственной цепочке как для человека, так и для окружающей среды (Кроме того, немаловажным в данном случае является тот факт, что при пожарах часть пострадавших получают травмы не столько ожогового характера, сколько в виде отравления продуктами разложения полимерных отделочных материалов). В отличие от искусственных материалов основное преимущество каменной ваты состоит в том, что она выдерживает температуры нагревания до 700 °С, не выделяя при этом опасных для человека и окружающей среды продуктов разложения.

Разнообразно и широко применение асбестов в промышленности, строительстве и быту, в качестве изоляционного термостойкого материала. Недавно установлено, что асбестосодержащие материалы и асбестовые технологии отнесены к канцерогенам фиброгенного действия. Канцерогенные вещества – это химические вещества, запускающие механизм образования и роста раковых опухолей. Поэтому встал вопрос о замене хрупких асбестосодержащих материалов на эластичные и безопасные материалы на основе

базальтового волокна.

Базальты – разновидность вулканических горных пород. Несмотря на то, что большая часть массы вещества земной коры находится в кристаллическом состоянии, в недрах планеты и на поверхности Земли в ходе вулканических извержений реализуются высокотемпературные процессы с участием практически аморфной выплавки природных алюмосиликатов (*рис. 1*). При остывании массивная часть лавового потока относительно быстро кристаллизуется, а малые частицы затвердевают в стеклообразном состоянии. В процессе вулканических извержений образуются, в том числе, и аморфные волокна.



Рис. 1. Лавовый поток

Специалистам хорошо известны так называемые «волосы Пеле» и «слезы Пеле», которые находят на берегах лавовых озер вулканов Гавайских островов (Пеле – имя гавайской богини огня). «Волосы Пеле» – это стеклянные нити длиной до двух метров, «слезы Пеле» – стеклянные капельки на концах нитей (или стеклянные гантели малых размеров). Они образуются при прохождении вулканических газов сквозь лавовый расплав. Этот процесс подобен технологическим схемам, реализуемым при производстве минеральной ваты. Стеклянные волокна также можно найти во внутренних порах рыхлых вулканических продуктов – тефры и пемз. Считается, что именно находки базальтовой (каменной) ваты на Гавайях навели ученых на мысль о промышленном получении волокон из горных пород.

Что же из себя представляют базальты? Базальты – многокомпонентная многофазная физико-химическая система. В природе они существуют в виде лавовых плато (*рис. 2*) и пепла после извержения вулканов (*рис. 3*). В составе базальтов преобладает кремний, ему сопутствуют кислород, алюминий, железо, магний, кальций, титан, натрий, калий и фосфор. Эти элементы являются породообразующими (определяющими минеральный состав породы). Следует отметить, что для получения каменной ваты пригодны любые горные породы базальтового состава.



Рис. 2. Базальтовая столбчатая отдельность



Рис. 3. Вулканический пепел на склонах вулкана Тятя с автором на переднем плане

Состав базальтовых пород может меняться в довольно широких пределах. Так, содержание оксида кремния и изменяется в базальтах от 40 до 55 %. Минеральный состав базальтов зависит от химического состава и условий кристаллизации базальтовой лавы. Он влияет на величину температуры и длительность технологического процесса плавки. Наличие тугоплавких минералов (магнетит, оливин) требуют более высоких температур плавления, и затрудняет достижения гомогенности базальтового раствора. Таким образом, многокомпонентность пород и ее вариации в широких пределах затрудняет выбор единых технологических параметров плавления для различных базальтов. Запасы базальтового сырья практически не ограничены (хотя они и различаются по качеству) и составляют порядка 30% площади занятой магматическими породами.

Какое же место занимает каменное волокно среди известных материалов? Лучше всего представить характеристики материалов из базальтовых волокон читателям помогут

гистограммы плотности, коэффициента теплопроводности, предела упругости и прочности на растяжение строительных материалов (рис. 4 – 6).

По плотности материалов можно судить об их массе, а также о затратах, которые возникают при строительстве зданий. Плотность минеральной (каменной) ваты в 200 раз меньше плотности стали, в 60 раз – плотности железобетона и в 45 раз – плотности кирпича (рис. 4). Таким образом, базальтоволоконный дом можно построить вручную, без применения подъемных механизмов. Помимо этого, важно следующее: из одного вагона базальтовой породы можно получить до 20 вагонов волокна!

Коэффициент теплопроводности ваты из него на два порядка меньше чем у железобетона и на порядок чем у кирпича (рис. 5). Необходимо иметь в виду, что применение 1 м³ базальтоволокнистого теплоизоляционного материала даст экономию в 1 тонну условного топлива в год. Развитие базальтоволоконных технологий актуально для России с ее неожиданно наступающими зимами.

Диаграмма прочности основных строительных материалов хорошо иллюстрирует преимущества базальтового волокна над другими материалами (рис. 6). Имея самый высокий показатель прочности на растяжение (2000 – 3000 МПа), и предел упругости, превышающий значения пределов упругости стали и титановых сплавов, дает возможность использовать базальтовое волокно взамен специальных сталей и фарфора в агрессивных и абразивных средах. В контакте с агрессивными средами базальтоволоконные материалы используются без капитального ремонта в течение 60-80 лет. А удочки из непрерывного базальтового волокна будут служить вечно. Такой спортивный снаряд не сломается под весом тайменя в двадцать килограммов. Надо отметить, что теплоизоляция космических челноков делается тоже из материала на основе силикатного волокна.



Рис. 4. Диаграмма плотности строительных материалов

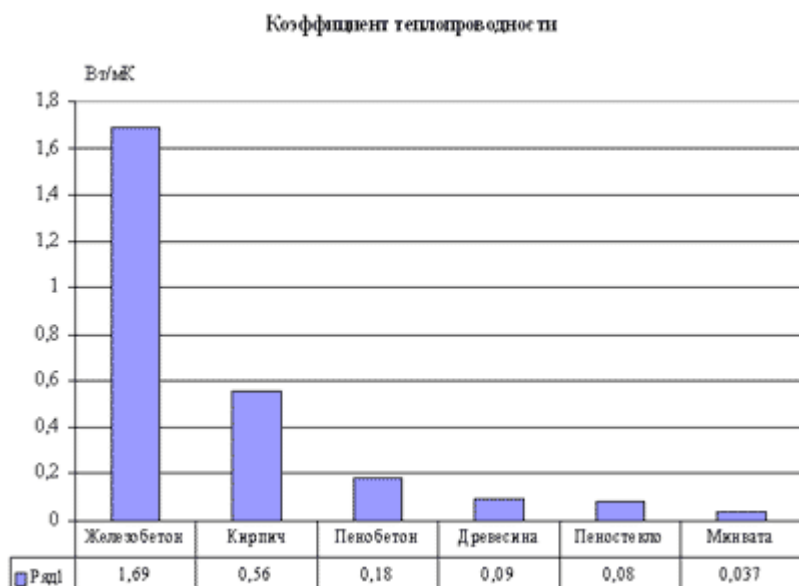


Рис. 5. Диаграмма коэффициента теплопроводности строительных материалов

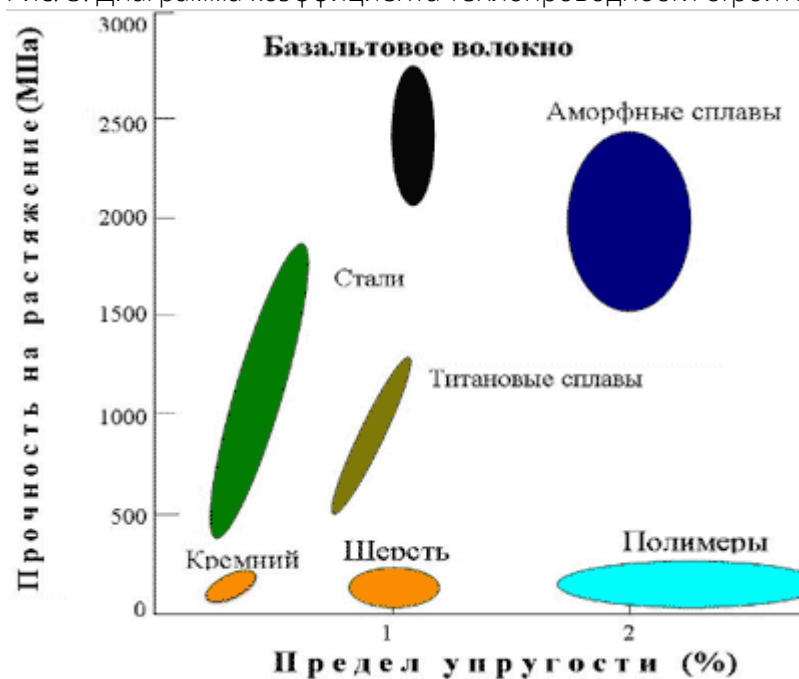


Рис. 6. Диаграмма предела упругости и прочности на растяжение строительных материалов

Базальтоволоконный штапель можно использовать для изготовления несгораемой одежды. Перспективно применение базальтового трикотажа в качестве матриц для производства звукопоглощающих изделий, необходимых в авиационной и машиностроительной промышленности. Высокие акустические свойства тканей на основе базальта позволяют применять их для облицовки стен промышленных зданий с повышенной звуковой нагрузкой.

Однако, несмотря на высокие эксплуатационные свойства непрерывных базальтовых волокон, а также на привлекательность применения изделий из них в различных отраслях промышленности, рынок этих материалов заполнен только на 50 %.

Знакомство автора и его коллег с обширными материалами по базальтоволоконной тематике навело их на мысль, что в древности производство материалов в земной кислородной атмосфере пошло по ошибочному металлическому пути. В литосфере металлы находятся в основном в оксидной форме. Путем восстановления, затрачивая море энергии, человек производит чистые металлы и из них предметы потребления и, в большей, степени орудия

уничтожения. Причина заключается в милитаристском пути развития цивилизации, хотя в начале человек пользовался каменными (оксидными) материалами. В то время как металлические предметы в процессе эксплуатации на треть уничтожаются коррозией, скребок или топор из кремня, пролежав в земле тысячи лет, пригодны для дальнейшего использования.

Не пора ли вернуться в **КАМЕННЫЙ ВЕК**? Одеть дома в «каменную» шерсть и ловить рыбку «каменными» удочками?

1. Гигиенический норматив ГН 2.2.5. 1313-03 «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны», введен 15.06.2003 г. Постановлением ГГСВ РФ от 30.04.2003 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

СПОСОБ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ИСКЛЮЧЕНИЯ ДУБЛИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Вахрушев Иван Николаевич
Ржеуцкая Светлана Юрьевна

В процессе функционирования информационной системы возможна ситуация, когда одна и та же информация в базе данных встречается несколько раз, то есть дублируется. Иногда такая избыточность обоснована и реализована искусственно, например, для повышения надёжности. Однако в большинстве случаев дублирование информации недопустимо и приводит к фатальным ошибкам. Также большое количество дубликатов ведёт к нерациональному использованию вычислительных ресурсов. Наиболее остро проблема поиска дублирующихся записей стоит в системах хранения и обработки персональных данных, где возможно частичное совпадение сведений о клиентах [3].

Решить проблему дублирования персональных данных средствами СУБД (системы управления базой данных) не представляется возможным. Все известные методы идентификации объектов в базах данных оперируют точным равенством сравниваемых полей и бессильны при наличии ошибок и пропусков данных [1, 2]. В связи с этим данные нельзя непосредственно сравнивать между собой, а нужно применять более сложные алгоритмы нечёткого сопоставления и поиска по сходству.

Под записью будем понимать совокупность сведений о клиенте (реквизитов), достаточных для функционирования информационной системы. Под субъектом (клиентом) будем понимать физическое или юридическое лицо, сведения о котором хранятся в информационной системе. Термин «дублирование субъектов» будем использовать для описания ситуации, когда один и тот же субъект присутствует в справочнике субъектов два и более раз.

Для разработки и реализации алгоритмов поиска дублирующихся субъектов предлагается:

1. полагать, что необязательно проверять (сравнивать) все реквизиты из анкеты клиента, достаточно сравнить некоторые наиболее важные, обязательные для заполнения реквизиты, и на основании совпадения только этих реквизитов практически гарантированно можно сделать вывод о том, что субъекты повторяют друг друга;
2. считать, что дублирующимися субъектами являются субъекты, у которых «набор» проверяемых реквизитов совпадает полностью (точно) либо степень совпадения неполная, но допустима.

Здесь вводим понятие «процент совпадения» реквизитов субъектов. Процент совпадения – это процент, который задается пользователем и определяет, какая точность требуется при сравнении одного реквизита у разных субъектов для того, чтобы полагать эти реквизиты совпадающими (а клиентов, соответственно, дублирующимися друг друга). Степень совпадения позволит учесть, что возможны различия (ошибки) в одном и том же реквизите для разных субъектов, например, если оператор при вводе информации о субъекте допустил ошибку.

Разрабатываемые алгоритмы нечеткого сопоставления записей могут применяться в различных системах, где организованы хранение и обработка персональных данных субъектов,

для исключения дублирования. Мотивом для разработки послужила необходимость модернизации процедуры проверки справочника субъектов АБС «RS-Bank/Pervasive».

Ключевой частью разрабатываемых алгоритмов будут являться алгоритмы нечёткого сопоставления строк или, иначе говоря, анализа строк. Термин *анализ строк (string matching)* здесь будем использовать для описания класса задач, связанных с вычислением расстояния между двумя строками, то есть с вычислением метрики. Существуют несколько метрик, основные – это расстояние Хемминга и расстояние Левенштейна. *Расстояние Хемминга (Hamming)* между двумя строками одинаковой длины определяется как число позиций, в которых символы не совпадают. Если допускается сравнение строк разной длины, то минимальная общая цена преобразования будет равна одной из метрик, предложенных Левенштейном (Levenstein).

Функция Левенштейна играет роль фильтра, заведомо отбрасывающего неприемлемые варианты (у которых значение функции больше некоторой заданной константы).

С точки зрения приложений определение расстояния между словами или текстовыми полями по Левенштейну обладает следующими недостатками:

1. при перестановке местами слов или частей слов получаются сравнительно большие расстояния;
2. расстояния между абсолютно разными короткими словами оказываются небольшими, в то время как расстояние между сильно похожими длинными словами оказываются значительными.

В настоящее время имеются программные продукты, такие как *ispell*, *aspell*, *agrep* и *glimpse*, которые позволяют проверять орфографию или определять схожесть двух строк. Однако их использование для решения проблемы дублирования персональных данных практически невозможно.

Одним из наиболее распространенных орфографических алгоритмов нечёткого сопоставления строк является метод динамического программирования Вагнера-Фишера, идея которого состоит в последовательной оценке расстояния между всё более длинными префиксами строк с помощью матрицы весов замен. Затраты времени и памяти можно оцениваются как $O(mn)$, однако, этот метод прост в реализации и эффективен для строк небольшой длины.

Вычислив расстояние Левенштейна, можно найти процент совпадения строк по следующей формуле:

$$\text{percent_of_simil} = \frac{\text{max_len} - d}{\text{max_len}} \cdot 100$$

где *percent_of_simil* - процент совпадения; *max_len* - длина наибольшей строки; *d* - расстояние Левенштейна.

Отсюда видим одно из ограничений данного подхода: для коротких строк различие даже в одном символе будет приводить к низкому проценту совпадения.

Для реализации процедуры проверки субъектов на дублирование будем объединять реквизиты субъектов в группы. При этом в одной группе может быть несколько категорий реквизитов: обязательные (О), условные (У) и информационные (И). Информационные реквизиты не

проверяются и необходимы для формирования протокола выполнения процедуры. Условные реквизиты являются дополнительными и проверяются только в том случае, если обязательные реквизиты не заданы или совпали не полностью. Например, задана группа реквизитов (табл. 1).

Таблица 1. Параметры проверки субъектов на дублирование

Форма	Реквизиты	Уровень	%
ЮЛ	(1) Документ: ИНН, рег.номер	О	100
	(2) + Документ: КПП, рег.номер	О	100
	(3) Документ: ОГРН, рег.номер	У	90
	(4) Наименование	У	90

Группа может использоваться для проверки при вводе и редактировании субъектов – юридических лиц. Сначала проверяем по «ИНН+КПП» (проверяем вместе, причем по строгому совпадению на 100%), если вдруг они не совпадают (или не заданы), то проверяем по «ОГРН» и «Названию». При этом возможны следующие ситуации.

1. Если совпадают (1+2); значит, субъекты – дубли, при этом 3 и 4 даже не сравниваем (совпали все О-реквизиты, У-реквизиты не влияют на результат, их не проверяем, чтобы не тратить время).
2. Совпадает (1); (2) задан, но не совпадает; тогда проверяем (3) и (4), если совпадают оба, субъекты – дубли, иначе (3 и 4 не совпадают), значит, субъекты – не дубли (совпали не все О-реквизиты, поэтому проверяем все У-реквизиты, и если все У-реквизиты совпадают, то субъекты будут дублями).
3. Если (1) не совпадает, то (2) не проверяется, а пара (1+2) считается несовпавшим реквизитом, далее – проверяем (3) и (4); если они оба совпадают, то субъект считается дублем.

Для проверки справочника субъектов на дублирование необходимо каждую запись последовательно сравнить со всеми другими записями справочника. При этом одновременно сравниваются только две записи. Поскольку может быть задано несколько групп реквизитов, то проверку выполняем по реквизитам каждой из групп. В случае обнаружения дублёров информация о них выводится в протокол процедуры и фиксируется в справочнике субъектов посредством механизма категорий.

Данный подход позволяет достаточно эффективно отыскивать потенциальных дублёров и поддерживать справочник субъектов в актуальном состоянии. Однако в связи с тем, что размеры сравниваемых реквизитов невелики (в среднем 5-15 символов), временные затраты на анализ строк также получаются достаточно малыми, и здесь на первое место выходит стоимость дисковых операций. На поиск и считывание необходимых сведений о субъекте расходуется времени гораздо больше, чем непосредственно на сравнение. По результатам тестирования для больших справочников субъектов (50000–150000 записей) процедура проверки нуждается в оптимизации, так как время проверки в таких случаях получается неприемлемо большим.

Список литературы

1. Солодков, А. Идентификация сложных объектов нечисловой природы в СУБД с наличием ошибок и пропусков данных [Электронный ресурс] / А.Ю. Солодков. - Саратовский государственный технический университет, 2003. Режим доступа: <http://iu4.bmstu.ru>
2. Райордан, Р. Основы реляционных баз данных: Пер. с англ./ Р Райордан. – М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2001. – 384 с.: ил.

3. Graham, S. String Search [Электронный ресурс] / Stephen A. Graham. – UK. School of Electronic Engineering Science University College of North Wales, 1992. – Режим доступа: http://read.at/infoscope/string_search/Stephen-92/index.html

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ НЕЧЁТКОГО СОПОСТАВЛЕНИЯ ЗАПИСЕЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧЕ ИСКЛЮЧЕНИЯ ДУБЛИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Вахрушев Иван Николаевич
Ржеуцкая Светлана Юрьевна

В процессе функционирования информационной системы возможна ситуация, когда одна и та же информация в базе данных встречается несколько раз, то есть дублируется. В большинстве случаев дублирование информации недопустимо и приводит к фатальным ошибкам. Наиболее остро проблема поиска дублирующихся записей стоит в системах хранения и обработки персональных данных, где возможно частичное совпадение сведений о клиентах [1].

Решить проблему дублирования персональных данных средствами СУБД не представляется возможным. Все известные методы идентификации объектов в базах данных оперируют точным равенством сравниваемых полей и бессильны при наличии ошибок и пропусков данных [2].

Для разработки и реализации алгоритмов поиска дублирующихся субъектов предлагается:

1. полагать, что необязательно проверять все реквизиты из анкеты клиента, достаточно сравнить некоторые наиболее важные, обязательные для заполнения реквизиты, и на основании совпадения только этих реквизитов практически гарантированно можно сделать вывод о том, что субъекты повторяют друг друга;
2. считать, что дублирующимися субъектами являются субъекты, у которых «набор» проверяемых реквизитов совпадает полностью (точно) либо степень совпадения неполная, но допустима.

Степень совпадения позволит учесть, что возможны различия (ошибки) в одном и том же реквизите для разных субъектов, например, если оператор при вводе информации о субъекте допустил ошибку.

Разрабатываемые алгоритмы нечеткого сопоставления записей могут применяться в различных системах, где организованы хранение и обработка персональных данных субъектов, для исключения дублирования. Мотивом для разработки послужила необходимость модернизации процедуры проверки справочника субъектов АБС «RS-Bank/Pervasive».

Ключевой частью разрабатываемых алгоритмов будут являться алгоритмы нечёткого сопоставления строк (анализа строк). Термин *анализ строк* [1] здесь будем использовать для описания класса задач, связанных с вычислением расстояния между двумя строками (метрики). Существуют несколько метрик, основные – это расстояние Хемминга и расстояние Левенштейна. *Расстояние Хемминга* (Hamming) между двумя строками одинаковой длины определяется как число позиций, в которых символы не совпадают. Если допускается сравнение строк разной длины, то минимальная общая цена преобразования будет равна одной из метрик, предложенных Левенштейном (Levenstein).

Функция Левенштейна играет роль фильтра, заведомо отбрасывающего неприемлемые варианты (у которых значение функции больше некоторой заданной константы).

Одним из наиболее распространенных орфографических алгоритмов нечёткого сопоставления строк является метод динамического программирования Вагнера-Фишера. Затраты времени и памяти оцениваются как $O(mn)$, однако, этот метод прост в реализации и эффективен для строк небольшой длины.

Вычислив расстояние Левенштейна, можно найти процент совпадения строк по следующей формуле:

$$\text{percent_of_simil} = \frac{\text{max_len} - d}{\text{max_len}} \cdot 100$$

где *percent_of_simil* - процент совпадения; *max_len* - длина наибольшей строки; *d* - расстояние Левенштейна.

Отсюда видим одно из ограничений данного подхода: для коротких строк различие даже в одном символе будет приводить к низкому проценту совпадения.

Для реализации процедуры проверки субъектов на дублирование будем объединять реквизиты субъектов в группы. Поскольку может быть задано несколько групп реквизитов, то проверку выполняем по реквизитам каждой из групп.

Данный подход позволяет достаточно эффективно отыскивать потенциальных дублёров и поддерживать справочник субъектов в актуальном состоянии. Однако в связи с тем, что размеры сравниваемых реквизитов невелики (в среднем 5-15 символов), временные затраты на анализ строк также получаются достаточно малыми, и здесь на первое место выходит стоимость дисковых операций. На поиск и считывание необходимых сведений о субъекте расходуется времени гораздо больше, чем непосредственно на сравнение. По результатам тестирования для больших справочников субъектов (50000–150000 записей) процедура проверки нуждается в оптимизации, так как время проверки в таких случаях получается неприемлемо большим.

Список литературы

1. Райордан, Р. Основы реляционных баз данных: Пер. с англ./ Р Райордан. – М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2001. – 384 с.: ил.
2. Graham, S. String Search [Электронный ресурс] / Stephen A. Graham. – UK. School of Electronic Engineering Science University College of North Wales, 1992. – Режим доступа: http://read.at/infoscope/string_search/Stephen-92/index.html

ИЛЬЯ РОМАНОВИЧ ПРИГОЖИН

Куперин Юрий Александрович

Встретился я с Пригожиным, когда по приглашению Международного Сольвеевского Института Физики и Химии приехал в Брюссель в командировку. Цель командировки была для тех лет весьма необычна: я был приглашен представлять Санкт-Петербург в Евро-Российском научном проекте, который предполагалось финансировать за счет Еврокомиссии. Было это, насколько я помню, в 1992 году. К тому времени Пригожин уже много лет занимал должность директора Сольвеевского института и, конечно, имел огромное влияние в Еврокомиссии. Собственно, организовать Евро-Российское сотрудничество с главной целью – помочь российским ученым выжить в непростое для них время – это была его идея. В сотрудничестве также предполагалось участие ученых из Москвы и Нижнего Новгорода.



На второй или третий день моего пребывания в Сольвеевском институте меня представили Пригожину. Аудиенция проходила в его кабинете, продолжительность 30 – 40 минут, цель – рассказать о научном содержании проекта от Санкт-Петербурга. Беседу вели на английском, хотя, как потом я узнал, Илья Романович прекрасно говорил по-русски. Вообще, об этом я также узнал позднее, Пригожин не любил, когда его называли по имени и отчеству. Он предпочитал – профессор Пригожин. Первое впечатление от встречи с этим великим человеком – невысокий, очень вежливый, держится с достоинством, но не давит на собеседника, слушает очень внимательно. Что поразило сразу – задает очень точные и глубокие вопросы, хотя обсуждали очень широкую тематику: от наноэлектроники до абстрактной математики в функциональных пространствах. Было впечатление, что Пригожин никуда не торопится, задает вопросы, вставляет кое-какие замечания. Но ровно через 40 минут все было сказано и понято. Я был удивлен: мне казалось, что проговорили мы часа полтора. Вообще, как мне довелось узнать гораздо позже, этот человек умел виртуозно управлять Временем. Время я написал с большой буквы, поскольку время как феномен, возникновение необратимости во времени или, если угодно, становление возникающего из существующего – это было главной темой его научных интересов.

После аудиенции я и еще несколько сотрудников Пригожина были приглашены пообедать и продолжить беседу в ресторане. Блюда и вина были очень изысканными, беседовали хотя и непринужденно, но очень как-то светски. Тогда, при первом знакомстве, я решил, что мне оказана огромная честь, и что доклад я сделал очень толково. Потом, когда я познакомился с Пригожиным гораздо ближе, когда мы начали заниматься наукой вместе, когда, наконец, мы стали друзьями, я понял, что и обед в ресторане, и подчеркнутая учтивость и гостеприимство – это просто его стиль жизни. Хотя справедливости ради надо сказать, что бывали случаи, когда

Пригожин очень резко критиковал на докладе визитеров Сольвеевского института, и приглашения на ланч после этого они не получали.

Через год пилотная часть Евро-Российского проекта была успешно завершена. За это время мне, как одному из координаторов проекта, приходилось еще пару раз посещать Пригожина в Брюсселе и рассказывать, как идет работа над проектом. Я все ближе узнавал этого уникального человека. Теперь мы уже общались не только на научные темы. Он рассказывал мне о том, как пережил в Бельгии немецкую оккупацию во время войны и как едва не погиб. Как его семья эмигрировала из России после переворота 1917 года и о том, как эволюционировало его отношение к первой родине. Рассказывал забавные истории о его встречах с королем Бельгии (они были хорошими друзьями), а также о том, как получил титул виконта. Он познакомил меня со своими близкими – женой Мариной и сыном Паскалем. Наконец, однажды я был приглашен на вечеринку к нему домой в предместье Брюсселя. Публика там собралась отменная: не говоря уже о довольно известных профессорах из Бельгии, Америки и Японии, был там и барон Жак Сольвей с супругой, и высокопоставленные чиновники из Еврокомиссии. Но не это поразило меня, хотя надо признать, что быть приглашенным в такую компанию – это было честью для меня. Поразил меня сам дом, точнее его интерьер, и сам хозяин. Дом оказался музеем с огромной и тщательно подобранной коллекцией произведений искусства. По большей части это были предметы из эпохи доколумбовой Америки, а также произведения искусства разных стран и эпох, тематически так или иначе связанные со временем. Рассказ Пригожина о его коллекции также потряс меня. Это было увлекательное интеллектуальное путешествие во времени и в межкультурных пространствах, причем путешествие, устроенное с высочайшим профессионализмом. Лишь позднее я узнал, что Пригожин имеет степень доктора по археологии и частенько, именно в этом качестве, бывает приглашен читать лекции в самые престижные университеты мира. Но и это еще не все. Переходя от одного раритета к другому и из одной комнаты в другую, мы подошли к стоявшему в его кабинете роялю. Пригожин скромно сказал, что иногда музицирует, когда устает работать. Я посмотрел на ноты, лежавшие на рояле. Ничего необычного – Чайковский, Шопен, Рахманинов. Шокирован я был потом, когда спустя несколько дней после посещения дома Пригожина, слушал по радио в отеле какую-то музыкальную программу. И вдруг услышал, как ведущий программы объявляет: «А теперь послушайте несколько музыкальных пьес композитора Ильи Пригожина!» Я не поверил тому, что услышал. Но потом в разговоре с сотрудниками Пригожина узнал, что он действительно пишет музыку и считается неплохим композитором.

После завершения пилотной части проекта Пригожин «пробил» через Еврокомиссию продолжение Евро-Российского проекта еще на три года и вновь назначил меня координатором от Санкт-Петербурга. Поскольку к тому времени у нас сложился круг совместных научных тем для работы, он предложил мне бывать в Сольвеевском институте столь часто и столь продолжительно, насколько это будет необходимо. Это было шикарное и очень щедрое предложение. В этой связи стоит заметить, что Пригожин, будучи блестящим администратором, средств на дело никогда не жалел. Фактически же дело свелось к тому, что полгода я работал с Пригожиным и его сотрудниками в Брюсселе, а полгода – в Петербурге. Тематикой работ, в широком смысле, было теоретическое и компьютерное исследование так называемых сложных систем. Работать с Пригожиным было чрезвычайно интересно: он крайне неординарно ставил задачи и часто подсказывал совершенно неожиданные подходы к их решению. Совместная работа радикально изменила круг моих научных интересов и, что, наверное, более важно, мне посчастливилось очень многому научиться у Пригожина как в научном, так и в человеческом аспекте.

Не могу не упомянуть еще одно событие тех лет – создание в Санкт-Петербургском государственном университете первой в России Лаборатории теории сложных систем. Происходило это так. Как-то после семинара у Пригожина мы обсуждали перспективы

продолжения сотрудничества, поскольку очередной Евро-Российский проект подходил к завершению. Пригожин сказал, что он уверен в том, что проект будет продолжен еще на три года и вдруг, неожиданно предложил мне перейти на постоянную работу в Сольвеевский институт, назначив кого-нибудь из Питерской команды координатором вместо меня. Работать постоянно с ученым такого калибра и общаться каждый день с человеком такого масштаба! Нетрудно было понять, что подобные предложения простым смертным делаются один раз в жизни. Но все же я ответил, что мне надо обдумать предложение и все взвесить. Следующие несколько дней психологически были для меня крайне непростым временем. С одной стороны, очень хотелось принять предложение. С другой стороны, я не чувствовал себя вправе «бросить на произвол судьбы» созданную с таким трудом в Питере научную команду, своих студентов и аспирантов. И в этих раздумьях и колебаниях ко мне неожиданно пришло «компромиссное» решение: «А что если создать в Петербургском университете дочернее подразделение Сольвеевского института – Лабораторию теории сложных систем – и развивать интересующую нас научную тематику не в Брюсселе, а в России?» Было ясно, что реализовать эту идею с учетом настроений наших бюрократов от науки – почти безнадежное дело. Но все же я решился сообщить Пригожину об этих планах. И вновь надо отдать должное этому великому ученому и администратору. Он мгновенно все оценил и согласился не только поддержать эту инициативу, но и найти финансирование Лаборатории из грантов Еврокомиссии. Потом было трудное, долгое и не очень интересное преодоление бюрократического сопротивления в Петербургском университете. И, наверное, оно так и не было бы преодолено, если бы вместе с Пригожиным идею создания Лаборатории не поддержал ректор Л.А. Вербицкая. Этим двум людям мы все обязаны тем, что в России с 1995 года стало развиваться столь важное и давно уже «набравшее вес» на Западе направление междисциплинарных исследований.

В 1995 году я перешел на постоянную работу в Лабораторию сложных систем. С этого момента вновь созданная Лаборатория ходатайствовала перед Ученым Советом о присвоении Пригожину звания почетного доктора СПбГУ. В 1996 году Пригожин был избран почетным доктором Санкт-Петербургского университета. В частной беседе после торжественной церемонии избрания он мне признался, что для него это избрание – действительно большая честь. И это притом, что до этого события он был избран почетным доктором более чем тридцати весьма престижных университетов мира.

Начиная с 1996 года, я стал значительно реже бывать в Сольвеевском институте, но наше сотрудничество и дружба с Пригожиным не прекращались. Мы переписывались, иногда я звонил ему домой, если мне надо было с ним посоветоваться. Время от времени я посылал ему свои статьи до их опубликования с просьбой посмотреть и сделать замечания. Но удивительным было другое: Пригожин – нобелевский лауреат, один из самых великих ученых XX века – также присылал мне свои неопубликованные работы с просьбой посмотреть и сделать замечания! Зачем он так поступал – до сих пор остается для меня загадкой. Так или иначе, общение с этим гениальным человеком доставляло ни с чем не сравнимое интеллектуальное удовольствие.

28 мая 2003 года, когда Пригожин ушел от нас, стало для меня, да и многих других знавших его людей концом важного и очень интересного периода в жизни. И хотя мне доводилось встречаться и беседовать и с другими нобелевскими лауреатами, но такого Человека и Ученого как Пригожин я в своей жизни больше не встречал.

ТЕОРИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ КАК ОСНОВА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Куперин Юрий Александрович

Логика и методология сложности

Основная задача теории сложных систем – построение новой научной картины мира или выработка «нового диалога человека с Природой» (И. Пригожин). В чем же состоит новизна диалога, и почему он с необходимостью должен носить междисциплинарный характер? Тому есть несколько причин, и главная из них состоит в том, что многие современные фундаментальные научные проблемы и высокие технологии связаны с явлениями, лежащими на границах разных уровней организации. Иными словами, большинство естественных наук (физика в первую очередь) и некоторые из гуманитарных (экономика, социология, психология) разработали концепции и методы для каждого из иерархических уровней, но не обладают универсальными подходами для описания происходящего между этими уровнями иерархии. Нестыковка иерархических уровней различных наук – одно из главных препятствий для развития истинной междисциплинарности (синтеза различных наук) и достижения цели построения целостной картины мира. Переброска мостов между иерархическими уровнями требует, очевидно, нового мировоззрения и нового языка. Теория сложных систем – это одна из удачных попыток построения такого синтеза на основе универсальных подходов и новой методологии. Следует здесь же отметить, что по меткому выражению П. Бака «теория сложности не может объяснить все обо всем, но что-то обо всем может».

Теория сложности, не имеющая до сих пор четкого математического определения может быть охарактеризована характерными чертами тех систем и типов динамики, которые являются предметом ее изучения. Эти черты (повторяющиеся у различных авторов в различных сочетаниях) таковы:

Нестабильность: сложные системы стремятся иметь много возможных мод поведения, между которыми они блуждают в результате малых изменений параметров, управляющих динамикой.

Неприводимость: сложные системы выступают как целое и не могут быть изучены разбиением их на части, которые рассматриваются изолированно. То есть поведение системы определяется взаимодействием частей, но редукция системы к ее частям разрушает большинство аспектов, привносящих в систему индивидуальность.

Адаптивность: Сложные системы часто состоят из множества агентов, которые принимают решения и действуют исходя из частичной информации о системе в целом и ее окружении. Более того, эти агенты в состоянии изменять правила своего поведения на основе такой частичной информации. Если коротко, то сложные системы обладают способностью извлекать скрытые закономерности из неполной информации, обучаться на этих закономерностях и изменять свое поведение на основе новой поступающей информации.

Эмерджентность (от существующего к возникающему у И. Пригожина): сложные системы продуцируют неожиданное поведение; фактически они продуцируют паттерны и свойства, которые невозможно предсказать на основе знания свойств их частей, рассматриваемых

изолированно.

Эти характерные черты позволяют отделить простое от сложного, присущего наиболее фундаментальным процессам, происходящим как в естественных, так и в гуманитарных [6, 8, 9, 12, 13, 15, 40] науках, составляя тем самым истинный базис междисциплинарности. Что еще более существенно, это то, что за последние 30 – 40 лет в теории сложности были разработаны новые научные (то есть контролируемые и воспроизводимые) методы, позволяющие универсально описывать сложную динамику, будь то в явлениях турбулентности, или в поведении электората накануне выборов.

Поскольку многие сложные явления и процессы в таких областях как экология, социология, экономика, политология и др. не воспроизводимы в реальном мире, то лишь появление мощных вычислительных средств и создание компьютерных (виртуальных) моделей этих явлений позволило впервые в истории науки производить эксперименты в этих областях так же, как это всегда делалось в естественных науках. Однако компьютерное моделирование потребовало развитие и новых теоретических подходов: фрактальной геометрии [10, 11, 12, 34, 35], теории хаоса [1, 5, 18, 19, 20, 28, 39], самоорганизованной критичности [14, 30], нейроинформатики [21, 22, 23, 24, 25, 26, 27] и квантовых алгоритмов [16, 17]. Все вместе, и компьютерное моделирование, и новые теоретические подходы, позволяют говорить о рождении новой междисциплинарной науки – теории сложных систем.

Уместно также отметить, что даже при очень скептическом отношении к теории сложности невозможно отрицать тот факт, что правительства разных стран тратят значительные средства на поддержку и развитие этого направления исследований. Это можно объяснять различными причинами («ерунда, за которую платят деньги, уже не ерунда»), но коль скоро эта тенденция существует и набирает силу, то национальным высшим школам, и российской в том числе, следует, по-видимому, активно приступать к решению проблемы подготовки специалистов в этой области.

Междисциплинарность как основа образования 21-го века

В [3] Г.Г. Малинецкий приводит пример ситуации, заимствованной из книги Б. Заходера «Моя вообразиллия», в которой при возникновении затруднительного положения вызывают «академика по котам», потом «академика по китам». Это прекрасный образец специализации и цеховой структуры – главных черт науки прошлого века. Развитие современного общества и появление новых проблем, сопровождающих это развитие, делает ясным, что в 21-м веке потребуются не только эксперты по некоторым аспектам отдельных стадий сложных процессов (профессионалов в старом понимании этого термина). Понадобятся специалисты по решению проблем. Это означает, что истинная междисциплинарность, основанная на теории сложности, будет в цене. А в университетах будут стараться учить не «предметам», а «стилям мышления». Экстраполируя сегодняшние тенденции в развитии науки, можно предвидеть, что начало 21-го века будет ознаменовано появлением новых междисциплинарных подходов и будущее теории сложных систем будет зависеть от того, насколько она будет востребована и насколько интенсивным будет приток молодых исследователей в эту многообещающую область. В этой связи укажем лишь несколько перспективных на наш взгляд направлений развития междисциплинарности и теории сложности:

1. Теория риска.
2. Нейроисследования.
3. Теория управления хаосом.
4. Квантовые вычисления и квантовые компьютеры.

5. Эконофизика.

По перечисленным направлениям имеется много литературы (см., напр.: [6, 7, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 31, 32, 33, 37, 38]).

Списки перспективных направлений, отличные от перечисленных выше, можно найти на интернет сайтах ведущих исследовательских учреждений, работающих по соответствующей тематике: Институт сложных систем в Санта-Фе (www.santafe.edu) и Институт сложных систем Новой Англии (www.necsi.org).

Теория сложных систем в Санкт-Петербургском государственном университете

За последние несколько лет в Санкт-Петербургском государственном университете достигнуты определенные успехи в развитии теории сложных систем как в плане научных исследований, так и в образовательном процессе. Так, в 1995 г. на физическом факультете СПбГУ была создана первая в России Лаборатория теории сложных систем. Инициаторами ее создания выступили нобелевский лауреат и почетный доктор СПбГУ И.Р. Пригожин и ректор СПбГУ Л.А. Вербицкая. В 1999 г. на базе двух центров – Центра переподготовки и повышения квалификации научно-педагогических кадров по естественнонаучным направлениям (ЦППК ЕН) и Междисциплинарного центра дополнительного профессионального образования (МЦ СПбГУ) утверждена и реализуется программа профессиональной переподготовки «Теория сложных систем в естественнонаучных и междисциплинарных исследованиях». Профессорами и преподавателями университета читаются курсы лекций по различным аспектам теории сложных систем на ряде профильных факультетов: физическом, биолого-почвенном, факультете менеджмента и филологическом факультете. Наконец, с 1999 г. под руководством проректора СПбГУ В.Н. Трояна действует ежемесячный городской семинар по теории сложных систем. Упомянутые инициативы, а также ряд других, развиваемых в настоящее время, позволяют надеяться, что Санкт-Петербургский государственный университет станет одним из лидирующих центров России по теории сложных систем как в исследовательской, так и в образовательной перспективе.

1. Описательные дифиниции теории сложных систем можно найти, например, в [2, 9, 18, 19, 20, 31, 34, 35, 36, 39].
2. The fingerprints of complexity согласно J.L. Casti.
3. The fingerprints of complexity согласно J.L. Casti.

Список литературы

1. Г.Г. Малинецкий. Хаос. Тупики, парадоксы, надежды. «Компьютерра», №47, 1998.
2. Г. Хакен. Можем ли мы применять синергетику в науках о человеке? Синергетика и психология. Тексты. Вып. 2. Социальные процессы. Под ред. И.Н. Трофимовой – М., «Янус-К», 1999, с. 11-25.
3. Г.Г. Малинецкий. Синергетика. Король умер. Да здравствует король!
4. P.L. Bernstein. Against the Gods. The Remarkable Story of Risk. John Wiley & Sons Inc., 1996, 383 p.
5. J. Cohen, I. Stewart. The Collapse of Chaos. Penguin Books, USA, 1994, 495 p.
6. Занг В.-Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической

- теории: пер. с англ. – М.: Мир, 1999, 335 с.
7. Дойч Д. Структура реальности. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»; 2001, 400 с.
 8. В.В. Василькова. Порядок и хаос в развитии социальных систем, синергетика и теория социальной самоорганизации. СПб, Лань, 1999, 478 с.
 9. P. Cilliers. Complexity and Postmodernism: Understanding Complex Systems. Routledge, London, New-York, 1998, 156 p.
 10. Божокин С.В., Паршин Д.А. Фракталы и мультифракталы. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»; 2001, 128 с.
 11. Р.М. Кроновер. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. Москва: Постмаркет, 2000, 352 с.
 12. Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов. – М.: Прогресс-Традиция, 2000, 536 с.
 13. Mantegna R.N., Stanley H.E. An introduction to econophysics. Correlations and complexity in finance. Cambridge University Press. 2000, 145 p.
 14. В. Эбелинг, А. Энгель, Р. Файстель. Физика процессов эволюции. Синергетический подход. – М.: УРСС, 2001, 326 с.
 15. С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий. Синергетика и прогнозы будущего. – М., Наука, 1997, 283 с.
 16. Квантовый компьютер и квантовые вычисления. РХД, Ижевск, 1999, 288 с.
 17. А. Китаев, А. Шень, М. Вялый. Классические и квантовые вычисления. – М. МЦНМО, 1999, 192 с.
 18. И. Пригожин. Конец определенности. Время. Хаос и Новые законы Природы. РХД, Ижевск, 2000, 205 с.
 19. И. Пригожин, И. Стенгерс. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. – М.: Эдиториал УРСС, 2000, 308 с.
 20. И. Пригожин, И. Стенгерс. Время, хаос, квант. – М., Прогресс, 1994, 259 с.
 21. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника. – М.: Мир, 1992.
 22. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. – М.: СП Параграф, 1990.
 23. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютеринг и его применения в экономике и бизнесе (серия «Учебники экономико-аналитического института МИФИ»; под ред. проф. В.В. Харитоновна). – М.: МИФИ, 1998. – 224 с.
 24. Г. Дебок, Т. Кохонен. Анализ финансовых данных с помощью самоорганизующихся карт. – М.: Издательский Дом «Альпина»; 2001, 317 с.
 25. Бэстенс Д.-Э., ван дер Берг В.-М., Вуд Д. Нейронные сети и финансовые рынки: принятие решение в торговых операциях.- Москва: ТВП, 1997.
 26. Ю.А. Куперин. Нейросетевые технологии в финансах. Учебн. пособие, СПбГУ, 2001, 84 с.
 27. Neural networks in the capital markets (edited by Apostolos-Paul Refenes). John Wiley & Sons Ltd., 1995, 379 p.
 28. S. Wiggings. Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos. Springer-Verlag, 1990, 667 p.
 29. R. Vince. The Mathematics of Money Management. Risk Analysis. Techniques for Traders. John Wiley & Sons, 1992.
 30. Per Bak. How Nature Works: the Science of Self – Organized Criticality. Oxford Univ. Press, 1997.
 31. H. Haken. Principles of Brain Functioning: A Synergetic Approach to Brain Activity, Behavior and Cognition. Springer, 1996.
 32. K. Dowd. Beyond Value at Risk. The New Science of Risk Management. John Wiley & Sons, 1998, 270 p.
 33. Risk Management: Problems and Solutions. McGraw-Hill Inc., 1995, 349 p.
 34. Yaneer Bar-Yam. «Significant points» in the study of complex systems: <http://www.necsi.org>.

35. Yaneer Bar-Yam. Concepts in Complex Systems: <http://www.necsi.org>.
36. M. Gell-Mann. What is Complexity, Complexity. Vol. 1, №1, 1995.
37. Control of Oscillations and Chaos. Proc. 2d Intern. Conference. Vol. 1-3, July 5-7, St. Petersburg, Russia.
38. P. Embrechts, C. Kluppelberg, T. Mikosch. Modeling Extremal Events. Springer, 1997, 643 p.
39. Г.Г. Малинецкий, А.Б. Потапов. Современные проблемы нелинейной динамики. — М.: Эдиториал УРСС, 2000, 336 с.
40. В.П. Бранский. Искусство и философия. Калининград, Янтарный сказ, 1999, 697 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПОИСКА ПОХОЖЕГО ПРОГРАММНОГО КОДА

Вахрушев Иван Николаевич

Множество инженерных задач, таких как: рефакторинг, оценка качества кода, поиск и исправление ошибок, требуют выделения синтаксически или семантически схожих фрагментов исходного кода, обычно называемых клонами (software clones). Клоны – это фрагменты кода, которые точно или приближенно совпадают с другими фрагментами.

Многочисленные исследования показывают, что в больших программных продуктах значительная часть кода (от 5% до 50%) дублируется. Существование дубликатов объясняется сложившейся практикой программирования, когда разработчики, чтобы быстро добавить некоторую функциональность, предпочитают скопировать часть кода (copy/paste), а не видоизменить и повторно использовать первоначальный код.

Присутствие дубликатов в коде приводит к необоснованному увеличению его объёма, что в свою очередь вынуждает программистов контролировать и отлаживать больше кода, чем нужно. Кроме того, возрастает время на компиляцию проекта. Следствием этого становятся увеличивающиеся затраты на поддержку и развитие программного продукта, и в целом, как правило, суммарное снижение его качества. В связи с этим возникает задача своевременного обнаружения дублирующегося кода (detecting duplicated code) и его последующего удаления.

Большинство из предложенных в литературе подходов для выявления клонов фокусируются главным образом на синтаксической схожести фрагментов кода, поскольку определение семантической схожести очень сложно. Согласно [1] эти методы могут быть разделены на 4 класса:

1. Методы, основанные на строках (string-based, line-based).

Они разбивают программный код на строки (обычно деление осуществляется по строкам исходного файла). Таким образом, каждый фрагмент кода представляется в виде последовательности строк. Два фрагмента считаются похожими, если составляющие их строки схожи между собой. Одна из основных работ, описывающих этот метод, это работа [2] Бренды Бейкер (Brenda Baker). В [2] описывается программа «Dup», которая позволяет находить дублирующийся или связанный код в больших программных продуктах. При этом можно либо искать полностью идентичные фрагменты, либо производить поиск секций кода, которые совпадают между собой за исключением некоторых параметров, таких как: имена переменных и константы. Кроме того, «Dup» может построить график структурной сложности системы, отражающий необычно сложные файлы, а также фрагменты кода, которые следует подвергнуть рефакторингу.

2. Методы, основанные на токенах (token-based).

Исходный код разбивается на лексемы (выражения, операторы), образуя так называемую последовательность токенов. Затем эта последовательность анализируется на вхождение дублирующихся подпоследовательностей, что может служить признаком программных клонов. В сравнении с подходами, основанными на строках, методы, базирующиеся на токенах, более устойчивы к таким изменениям кода, как форматирование, добавление пробелов и

комментариев. CCFinder и CP-Miner, вероятно, наиболее известные реализации подобного метода поиска дубликатов в коде.

3. Методы, основанные на деревьях (tree-based).

Данные методы представляют программный код в виде абстрактного синтаксического дерева (АСД). Точные или близкие совпадения поддеревьев могут быть найдены путём их сравнения с АСД. В качестве альтернативного подхода может применяться метод отпечатков (fingerprints) для поддеревьев. Поддеревья с похожими отпечатками являются признаком дублирования кода.

4. Методы, основанные на семантическом анализе (semantics-based).

Помимо вышеперечисленных также были разработаны методы, учитывающие семантическую составляющую программного кода. Комондор (Komondoor) и Хорвиц (Horwitz) предложили использовать граф зависимостей (programdependencegraphs) и расщепление (slicing) программы для поиска изоморфных подграфов (т.е. имеющих идентичную форму) с целью идентификации клонов. Также они представили метод, позволяющий группировать обнаруженные дубликаты до тех пор, пока сохраняется семантическая составляющая первоначального кода. Такой подход может применяться для автоматической процедуры извлечения функций при рефакторинге кода. Однако его масштабирование для использования в больших программных продуктах весьма затруднительно.

Каждый из рассмотренных выше подходов для выявления дублирующегося кода имеет как ряд преимуществ, так и ряд недостатков. Сравнительный анализ их практической эффективности на реальном исходном коде станет следующим этапом работы и позволит выбрать наиболее перспективный метод для дальнейших исследований.

Список литературы

1. DECKARD: Scalable and Accurate Tree-Based Detection of Code Clones / L. Jiang, G. Misherghi, Z. Su, S. Glondu // Proceedings of the 29th international conference on Software Engineering. – USA, Washington DC:IEEE Computer Society. – 2007. – p. 96-105
2. Baker, B. A program for identifying duplicated code / B. Baker // Computing Science and Statistics. – 1992. – №24. – p. 49-57

ПРОБЛЕМА ДУБЛИРОВАНИЯ ИСХОДНОГО КОДА В ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТАХ

Вахрушев Иван Николаевич

Авторская (единоличная) разработка достаточно большого и сложного программного продукта практически неосуществима. Рано или поздно возникает необходимость разделить, распараллелить часть задач между исполнителями, чтобы эффективно и своевременно развивать и поддерживать продукт. Однако увеличение числа исполнителей вносит ряд определённых проблем. Как правило, разработчики слабо взаимодействуют друг с другом при выполнении мелких повседневных задач – необходимые им функции они могут реализовывать независимо от остальной команды. Таким образом, возникают ситуации, когда один и тот же по назначению программный код присутствует в проекте несколько раз, то есть дублируется.

Какой именно код считать дублирующимся? Есть несколько вариантов ответов на этот вопрос. Согласно Бакстер (Baxter) [3] дубликаты кода, называемые в её работе клонами (software clones), это «фрагменты программы, идентичные другим фрагментам». Кринке (Krinke) использует для этого термин «сходный код» (similarcode); Дукасси (Ducasse) говорит о дублирующемся коде (duplicatedcode), Комондор (Komondoor) и Хорвиц (Horwitz) также используют термин «дублирующийся код» (duplicatedcode), а клонами (clones) они называют отдельные экземпляры дубликатов кода.

В данной работе понятия «дублирующийся код», «дубликаты» и «клоны» будут использоваться в качестве синонимов для описания явления, когда одни фрагменты исходного кода программы идентичны или подобны (визуально или функционально) другим фрагментам этой же программы.

Дублирование программного кода имеет несколько форм.

1. *Текстовое дублирование.* Этот вид, пожалуй, наиболее простой и легко находимый из остальных. Он проявляется, когда в программе есть секции кода, которые идентичны или очень похожи. Есть несколько способов избежать этого вида дублирования, включая: выделение методов (extracting methods) и повторное их использование (reusing), превращение метода в шаблонный метод (template method) и другие базовые виды рефакторинга.
2. *Функциональное дублирование.* Это особый вид текстового дублирования, когда в исходном коде есть различные функции или методы, предназначенные для одного и того же. Его можно часто встретить в проектах, которые разделены между группами разработчиков, недостаточно хорошо взаимодействующих друг с другом.
3. *Временное дублирование.* Оно немного более трудное, менее ясное, и не так легко обнаруживаемое. Временное дублирование наблюдается, когда при выполнении программы одна и та же работа делается повторно – в то время, когда так не должно быть. Это не проблема в том же понимании, как предыдущие две формы дублирования, так как это не приводит к наличию лишнего кода. Но это может стать проблемой при масштабировании системы, когда повторяющаяся работа начинает отнимать много времени.

В дальнейшем мы будем рассматривать только текстовое и, отчасти, функциональное дублирование.

В литературе приводится следующая типизация клонов (табл.1.1).

Таблица 1.1

Классификация дублирующихся блоков программного кода

Название типа	Описание
Тип 1	Абсолютно идентичный фрагмент кода, не содержащий никаких различий
Тип 2	Идентичный фрагмент кода, но отформатированный, содержащий комментарии, или изменённые имена переменных (рис.1.1)
Тип 3	Функционально идентичный фрагмент кода с небольшими изменениями, направленными на реализацию некоторых новых возможностей (рис.1.2)
Тип 4	Функционально идентичный фрагмент кода, вероятно созданный автором, не подозревающим о существовании оригинального кода (рис.1.3)

<pre> RS-Bank5.50.001.30.10\BFCLN.ALL\dub_clnt.c // функция высвобождения static void CL_ClearFunc(void * item) { if (item) free (item); } </pre>	<pre> RS-Bank5.50.001.30.10\BFCLN.ALL\dub_grp.c // функция высвобождения void DBGRP_ClearFunc(void * item) { if (item) free (item); } </pre>
--	---

Рис.1.1 – Пример клонов 2-го типа в АБС RS-Bank\Pervasive

<pre> File: linux-2.6.19/drivers/scsi/arm/eesox.c 407: if (length >= 9 && strncmp (buffer, "EESOXSCSI", 9) == 0) { 408: buffer += 9; 409: length -= 9; 410: 411: if (length >= 5 && strncmp(buffer, "term=", 5) == 0) { 418: } else 419: ret = -EINVAL; 420: } else 421: ret = -EINVAL; </pre>	<pre> File: linux-2.6.19/drivers/scsi/arm/cumana 2.c 322: if (length >= 11 && strcmp (buffer, "CUMANASCSI2") == 0) { 323: buffer += 11; 324: length -= 11; 325: 326: if (length >= 5 && strncmp(buffer, "term=", 5) == 0) { 333: } else 334: ret = -EINVAL; 335: } else 336: ret = -EINVAL; </pre>
---	---

Рис.1.2 – Пример клонов 3-го типа в ядре Linux

<pre>File: linux-2.6.19/drivers/cdrom/sbpcd.c 4859: if (cmd_type==READ_M2) 4860: { 4861: for (xa_count=0;xa_count<CD_XA_HEAD; xa_count++) 4862: sprintf(&msgbuf[xa_count*3], " %02X", ...); 4863: msgbuf[xa_count*3]=0; 4864: msg(DBG_XA1,"xa head:%s\n", msgbuf); 4865: }</pre>	<pre>File: linux-2.6.19/drivers/cdrom/sbpcd.c 2386: for (i=0;i<response_count;i++) 2387: { 2388: sprintf(&msgbuf[i*3], " %02X", ...); 2389: msgbuf[i*3]=0; 2390: msg(DBG_SQ1,"cc_ReadSubQ:%s\n", msgbuf); 2391: }</pre>
---	--

Рис.1.3 – Пример клонов 4-го типа в ядре Linux

«Двойной» код (duplicate code) может появляться и другими способами, например, когда программист берёт уже имеющийся код, копирует и видоизменяет его, достигая нужных целей. Повторное использование кода посредством копирования и вставки (copy/paste) является широко распространенной практикой программирования во избежание нежелательных эффектов, когда программист не хочет (или не может) предвидеть всех последствий от модификации имеющегося кода. Существенную роль здесь играют и текстовые редакторы, которые традиционно содержат функции для копирования и вставки текста. В больших системах такой подход вполне может стать стандартным способом построения новых модулей. Однако, как показано в [2] и [3], такой подход является выигрышным лишь в ближайшем рассмотрении. Все преимущества данной стратегии исчезают, когда возникает необходимость внесения изменений во все многочисленные копии, если оригинальный код требует правки или изменения. В некоторых случаях удаление клонов становится затруднительным (или даже невозможным) из-за связанных рисков, поскольку сложно предсказать, как это скажется на качестве программного продукта.

В качестве примера в [3] приводится разработка драйверов устройств для различных операционных систем, когда значительная часть кода является, по сути, шаблоном, и только небольшая его часть, непосредственно взаимодействующая с аппаратной частью устройства, нуждается в изменении при переходе от одной системы к другой. Как ни удивительно, но эта, казалось бы, хорошая практика повторного использования кода, только усугубляет проблемы технической поддержки программного обеспечения, поскольку впоследствии ошибки, обнаруженные в «проверенной» части кода, необходимо исправлять и во всех новых версиях драйвера.

Помимо вышеуказанных причин появления дубликатов кода в [3] приводятся:

1. стиль программирования;
2. реализация точных вычислений;
3. неспособность выделять (или использовать) абстрактные типы данных;
4. повышение производительности;
5. случайные ситуации (accidents).

Существование некоторых клонов оправдано соображениями производительности. Системы с жесткими временными ограничениями иногда оптимизируются вручную путём дублирования часто вызываемого кода, особенно когда компилятор не предлагает встраивания (in-lining) случайных выражений или вычислений. [2,3]

И, наконец, бывают ситуации, когда фрагменты кода случайно совпадают, хотя на самом деле не являются клонами. Глубокий анализ позволяет установить, что эти видимые дубликаты (apparent

clones) на самом деле выполняют различные вычисления. К счастью, при увеличении размера фрагментов кода, количество таких мнимых клонов (accidental clones) значительно сокращается.

За исключением случайных клонов (accidental clones), присутствие дубликатов в коде приводит к необоснованному увеличению его объёма, что в свою очередь вынуждает программистов контролировать и отлаживать больше кода, чем нужно. Кроме того, возрастает время на компиляцию проекта. Следствием этого становятся увеличивающиеся затраты на поддержку и развитие программного продукта, и в целом, как правило, суммарное снижение его качества.

По разным оценкам [1], количество дубликатов в больших проектах варьируется в пределах от 5% до 50%. В связи с этим возникает задача своевременного обнаружения дублирующегося кода (detecting duplicated code) и его последующего удаления. На настоящий момент предложен ряд методов для выявления клонов, а часть из них получила практическую реализацию. Их рассмотрение и сравнительный анализ станут следующим этапом работы.

Список литературы

1. Baker, B. A program for identifying duplicated code / B. Baker // Computing Science and Statistics. – 1992. – №24. – p. 49-57
2. Koschke, R. Clone Detection Using Abstract Syntax Suffix Trees/ R. Koschke, R. Falke, P. Frenzel // Proceedings of the 13th Working Conference on Reverse Engineering. – 2006. – p. 253-262
3. Baxter, I. Clone detection using abstract syntax trees / I. Baxter, A. Yahin, L. Moura. // In ICSM ’98: Proceedings of the International Conference on Software Maintenance. – USA, Washington, DC. – 1998.– p. 368

ОСНОВЫ РАБОТЫ С ODT В TESTCOMPLETE

Долганов Алексей Александрович

В данной статье попробуем создать тест для проверки правильности работы программы с физическими и юридическими лицами. Для решения данной задачи воспользуемся ODT. Здесь мы будем хранить данные о физических и юридических лицах. Для этого необходимо создать два класса FL и UL для хранения данных о физических и юридических лицах соответственно. Также нам потребуется создать дополнительный класс Docs для хранения информации о документах, например, паспорт физического лица.

Структура класса FL будет такая:

- FirstName (Имя)
- LastName (Фамилия)
- BirthDay (Дата рождения)
- Docs (Массив документов)

Структура класса UL:

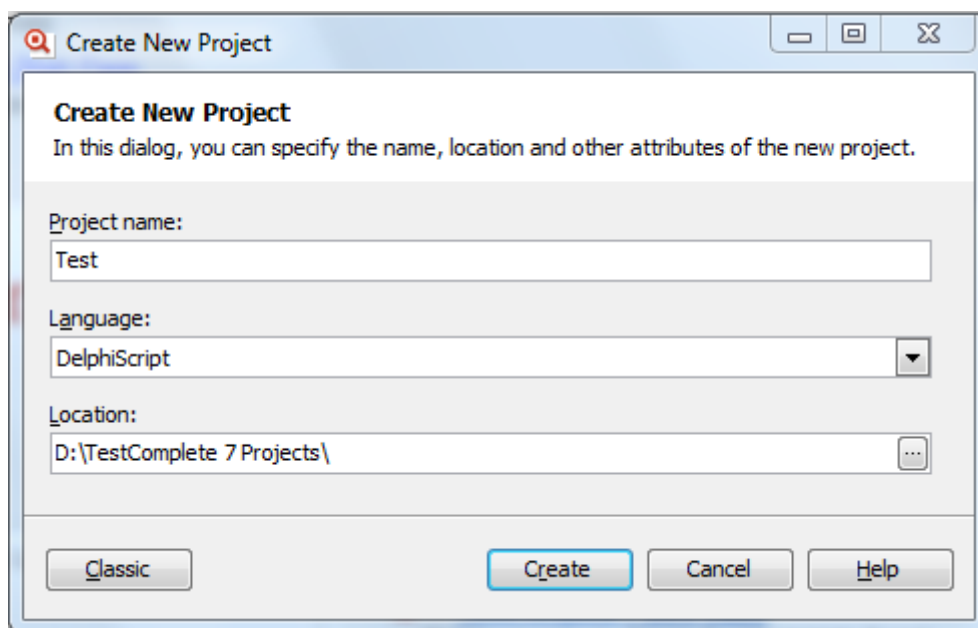
- Name (Наименование)
- Docs (Массив документов)

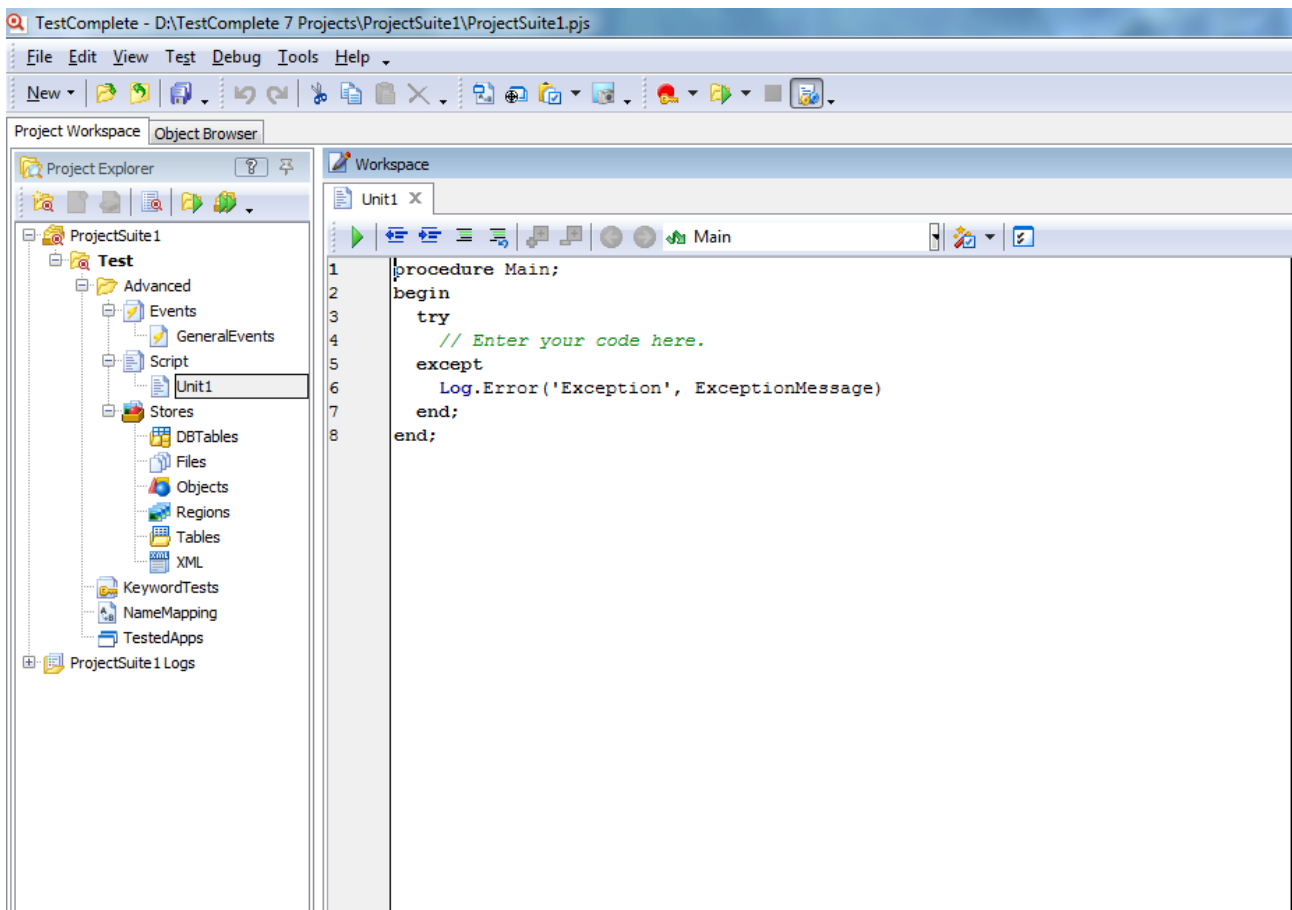
В классах используется не один элемент для хранения документа, а целый массив, т.к. субъект может иметь несколько разных документов.

Структура класса Docs:

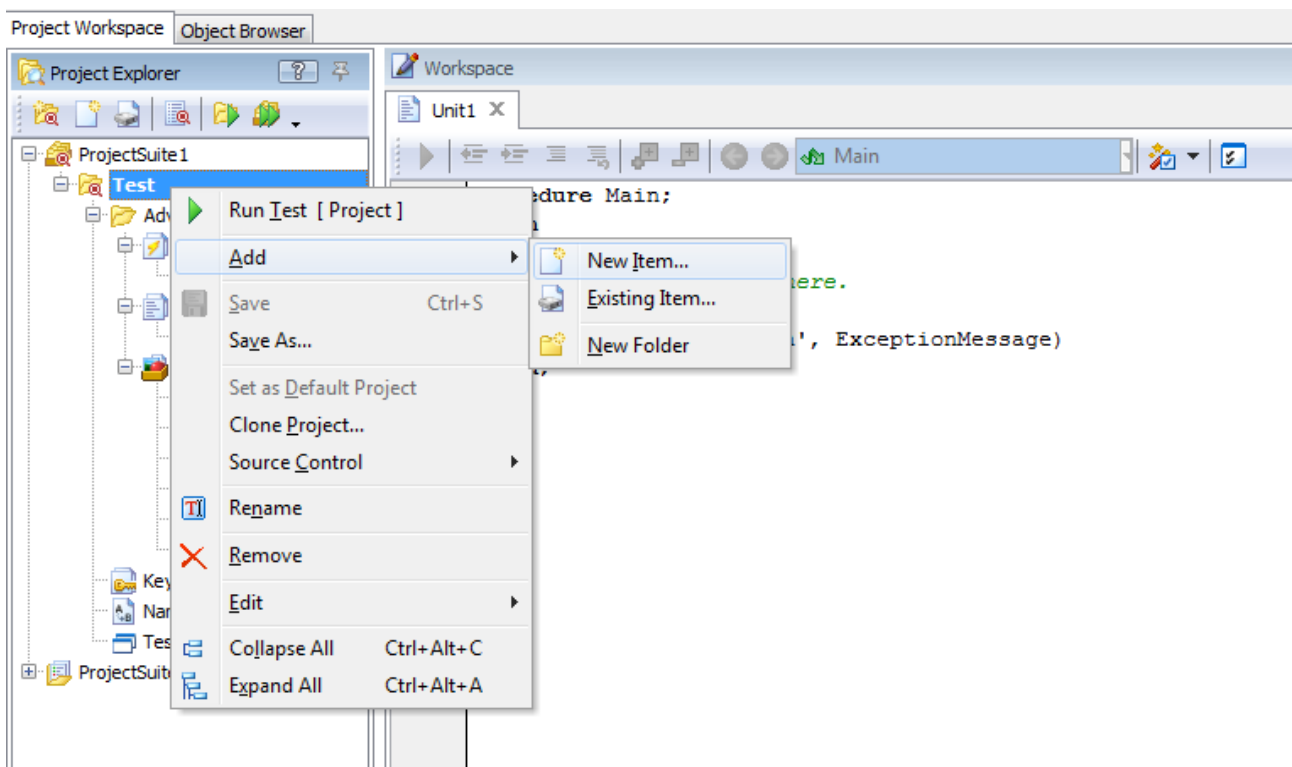
- Name (Наименование документа)
- RegNum (Регистрационный номер)
- Series (Серия)
- Number (Номер)

Для начала создаем новый проект Create a New Project

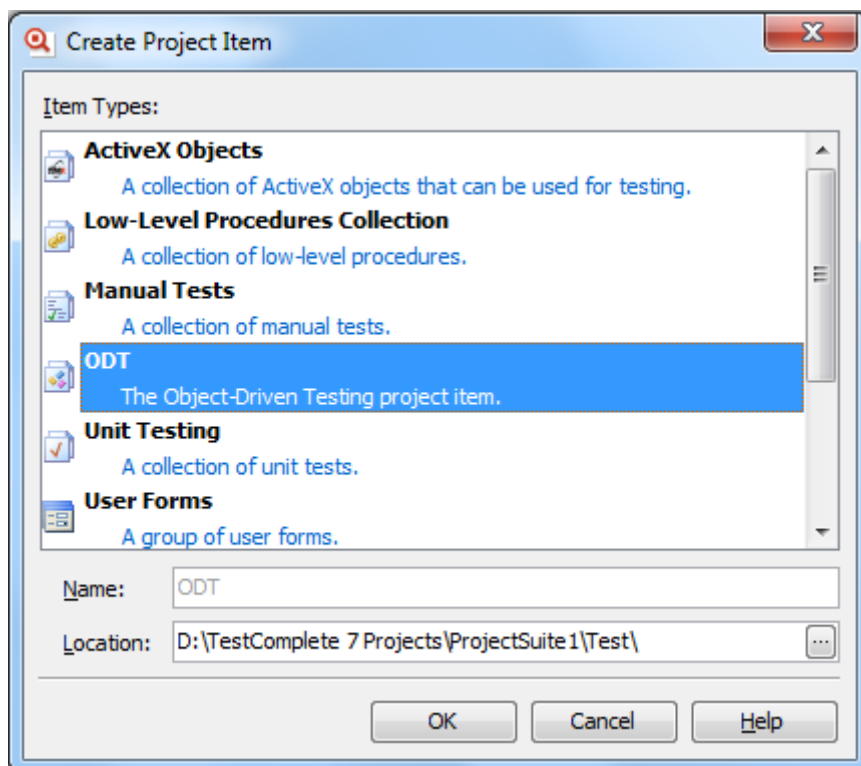




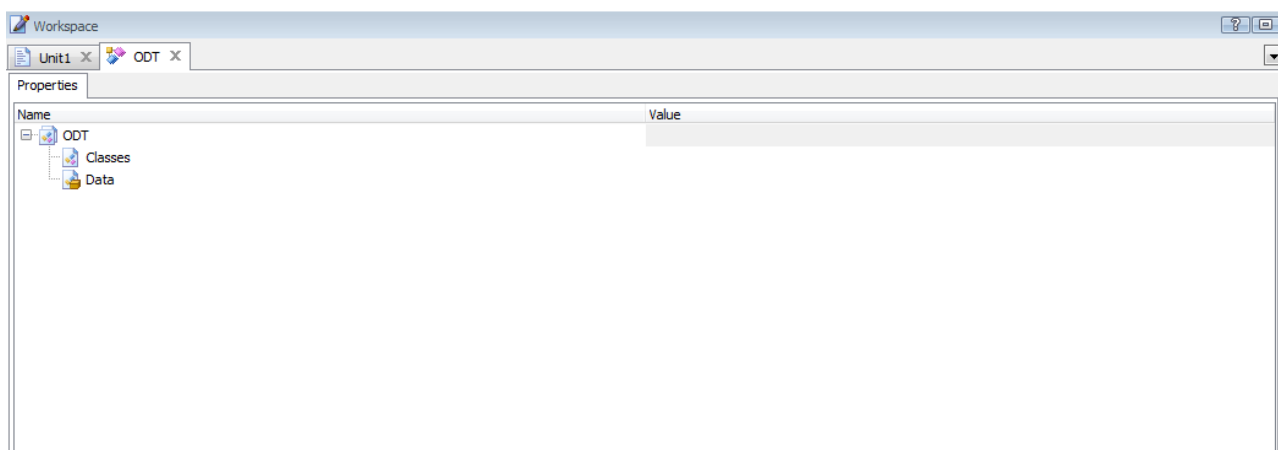
Вызываем контекстное меню в пункте Test в окне Project Explorer



Выбираем Add / New Item... и выбираем ODT



Добавим новый класс ODT. Для этого вызываем контекстное меню в пункте Classes. Далее выбираем New Item

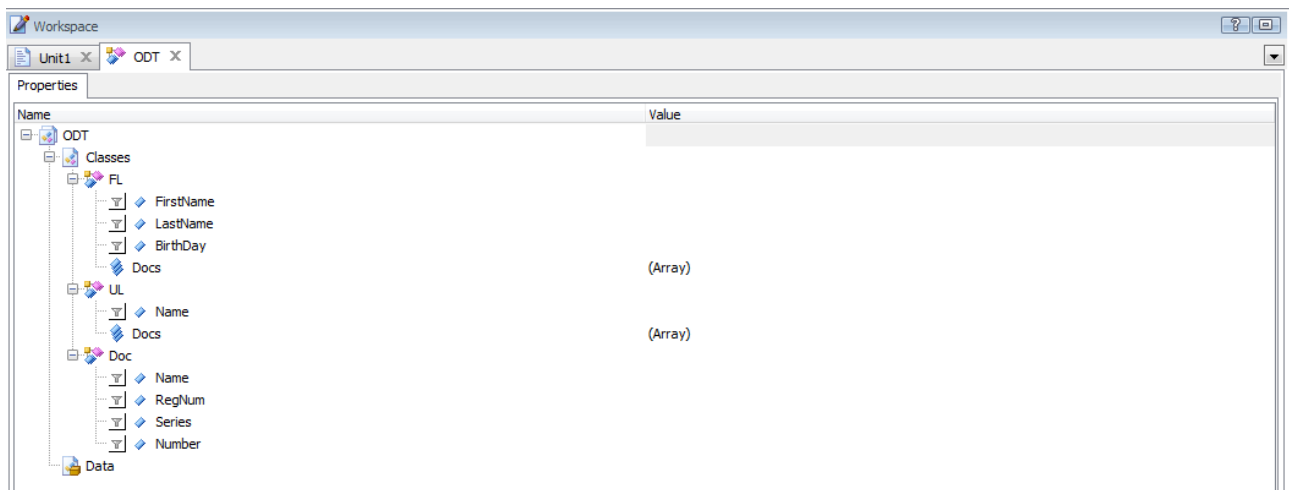


Чтобы изменить имя нового класса, необходимо нажать F2 и ввести новое имя

Таким же способом добавляем свойства класса.

Чтобы добавить в качестве свойства массив элементов необходимо выбрать в качестве значения - **(Array)**

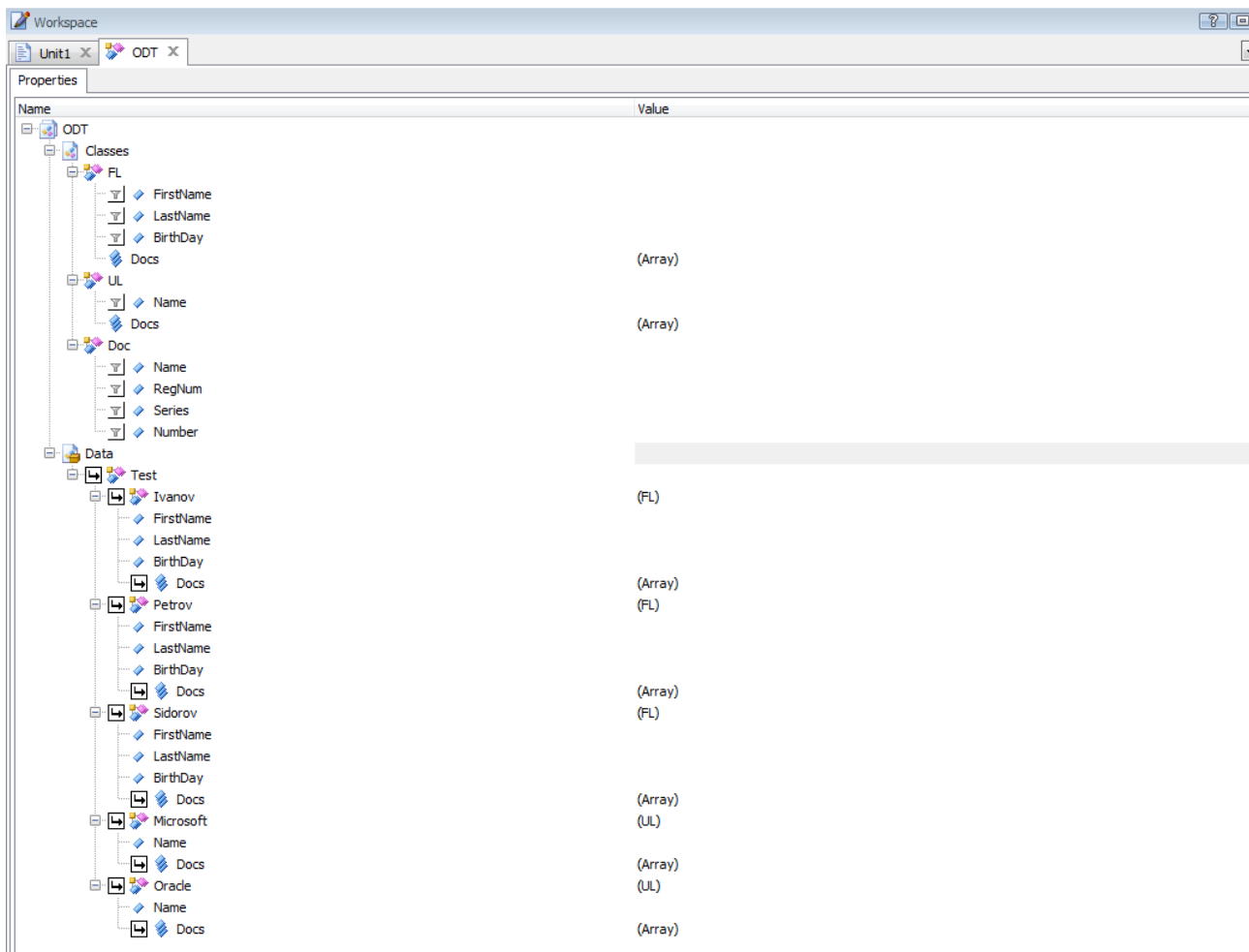
Создаем все три выше описанных класса, а также добавляем все свойства классов.



Добавим в данные ODT новую группу. Назовем ее Test.

Для созданной группы добавим пять элементов и назначим им соответствующие классы:

- Ivanov
- Petrov
- Sidorov
- Microsoft
- Oracle



Далее заполним для них данные. Для каждого физического лица добавим паспорт и ИНН, а для

юридических лиц ИНН и ОГРН.

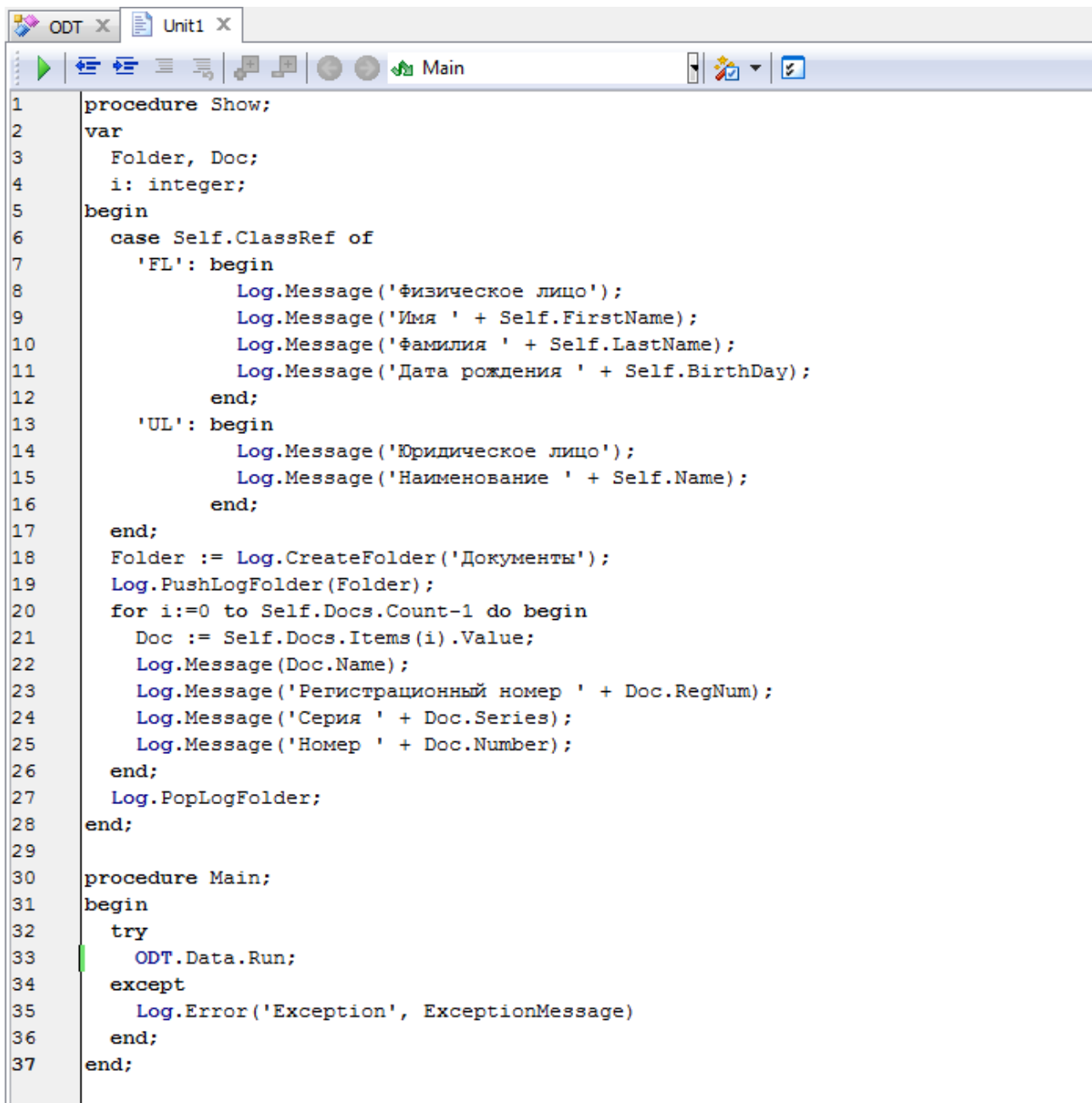
Data	
Test	(FL)
Ivanov	Иванов
FirstName	Иван
LastName	Иванов
BirthDay	01.01.1971
Docs	(Array)
Item0	(Doc)
Name	Паспорт
RegNum	
Series	1111
Number	111111
Item1	(Doc)
Name	ИНН
RegNum	1111111111
Series	
Number	
Petrov	(FL)
FirstName	Петр
LastName	Петров
BirthDay	02.02.1972
Docs	(Array)
Item0	(Doc)
Name	Паспорт
RegNum	
Series	2222
Number	222222
Item1	(Doc)
Name	ИНН
RegNum	2222222222
Series	
Number	
Sidorov	(FL)
FirstName	Сидор
LastName	Сидоров
BirthDay	03.03.1973
Docs	(Array)
Item0	(Doc)
Name	Паспорт
RegNum	
Series	3333
Number	333333
Item1	(Doc)
Name	ИНН
RegNum	3333333333
Series	
Number	
Microsoft	(UL)
Name	Microsoft
Docs	(Array)
Item0	(Doc)
Name	ИНН
RegNum	4444444444
Series	
Number	
Item1	(Doc)
Name	ОГРН
RegNum	44444444444444
Series	4444
Number	444444
Oracle	(UL)
Name	Oracle
Docs	(Array)
Item0	(Doc)
Name	ИНН
RegNum	5555555555
Series	
Number	
Item1	(Doc)
Name	ОГРН
RegNum	555555555555
Series	5555
Number	555555

Теперь попробуем сделать вывод информации об всех субъектах в протокол выполнения. На практике данный способ может использоваться для более полезных целей, например, для проверки ввода данных в поля базы данных.

```
procedure Show;
var
  Folder, Doc;
  i: integer;
begin
  case Self.ClassRef of
    'FL': begin
      Log.Message('Физическое лицо');
      Log.Message('Имя ' + Self.FirstName);
      Log.Message('Фамилия ' + Self.LastName);
      Log.Message('Дата рождения ' + Self.BirthDay);
    end;
    'UL': begin
      Log.Message('Юридическое лицо');
      Log.Message('Наименование ' + Self.Name);
    end;
  end;
  Folder := Log.CreateFolder('Документы');
  Log.PushLogFolder(Folder);
  for i:=0 to Self.Docs.Count-1 do begin
    Doc := Self.Docs.Items(i).Value;
    Log.Message(Doc.Name);
    Log.Message('Регистрационный номер ' + Doc.RegNum);
    Log.Message('Серия ' + Doc.Series);
    Log.Message('Номер ' + Doc.Number);
  end;
  Log.PopLogFolder;
end;
```

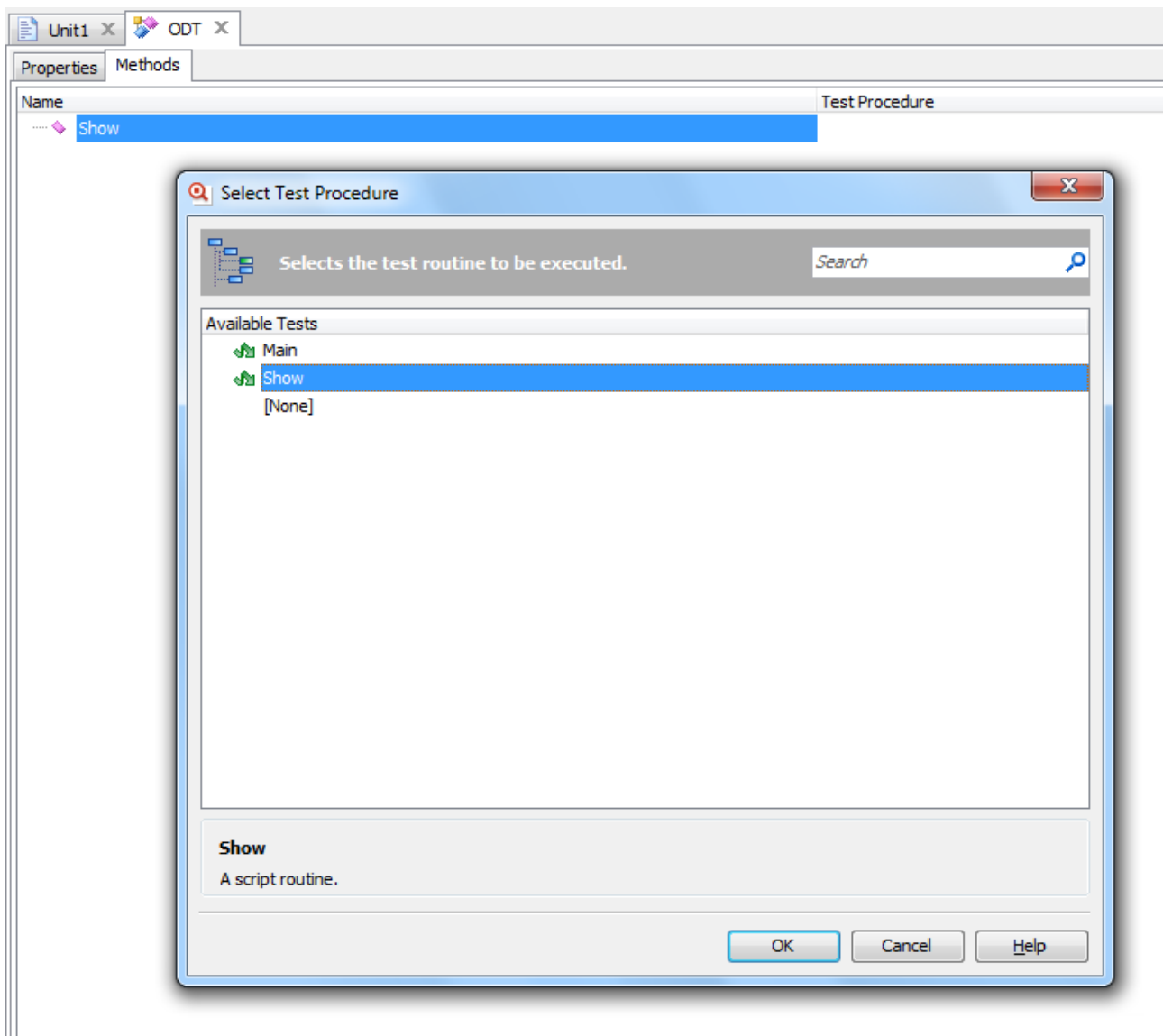
В процедуре Main добавляем строчку ODT.Data.Run;. Она необходима для обхода данных ODT.

```
procedure Main;
begin
  try
    ODT.Data.Run;
  except
    Log.Error('Exception', ExceptionMessage)
  end;
end;
```

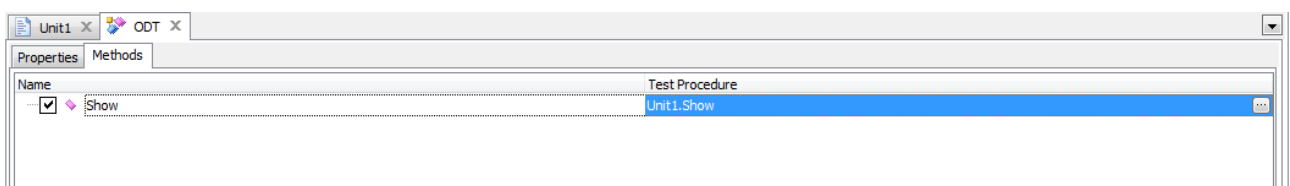


```
1 procedure Show;
2 var
3     Folder, Doc;
4     i: integer;
5 begin
6     case Self.ClassRef of
7         'FL': begin
8             Log.Message('Физическое лицо');
9             Log.Message('Имя ' + Self.FirstName);
10            Log.Message('Фамилия ' + Self.LastName);
11            Log.Message('Дата рождения ' + Self.BirthDay);
12        end;
13        'UL': begin
14            Log.Message('Юридическое лицо');
15            Log.Message('Наименование ' + Self.Name);
16        end;
17    end;
18    Folder := Log.CreateFolder('Документы');
19    Log.PushLogFolder(Folder);
20    for i:=0 to Self.Docs.Count-1 do begin
21        Doc := Self.Docs.Items(i).Value;
22        Log.Message(Doc.Name);
23        Log.Message('Регистрационный номер ' + Doc.RegNum);
24        Log.Message('Серия ' + Doc.Series);
25        Log.Message('Номер ' + Doc.Number);
26    end;
27    Log.PopLogFolder;
28 end;
29
30 procedure Main;
31 begin
32     try
33         ODT.Data.Run;
34     except
35         Log.Error('Exception', ExceptionMessage)
36     end;
37 end;
```

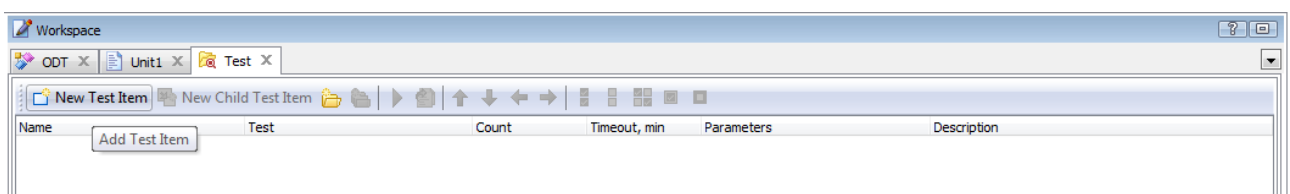
Для классов FL и UL добавляем метод Show и назначаем ему написанную нами процедуру.

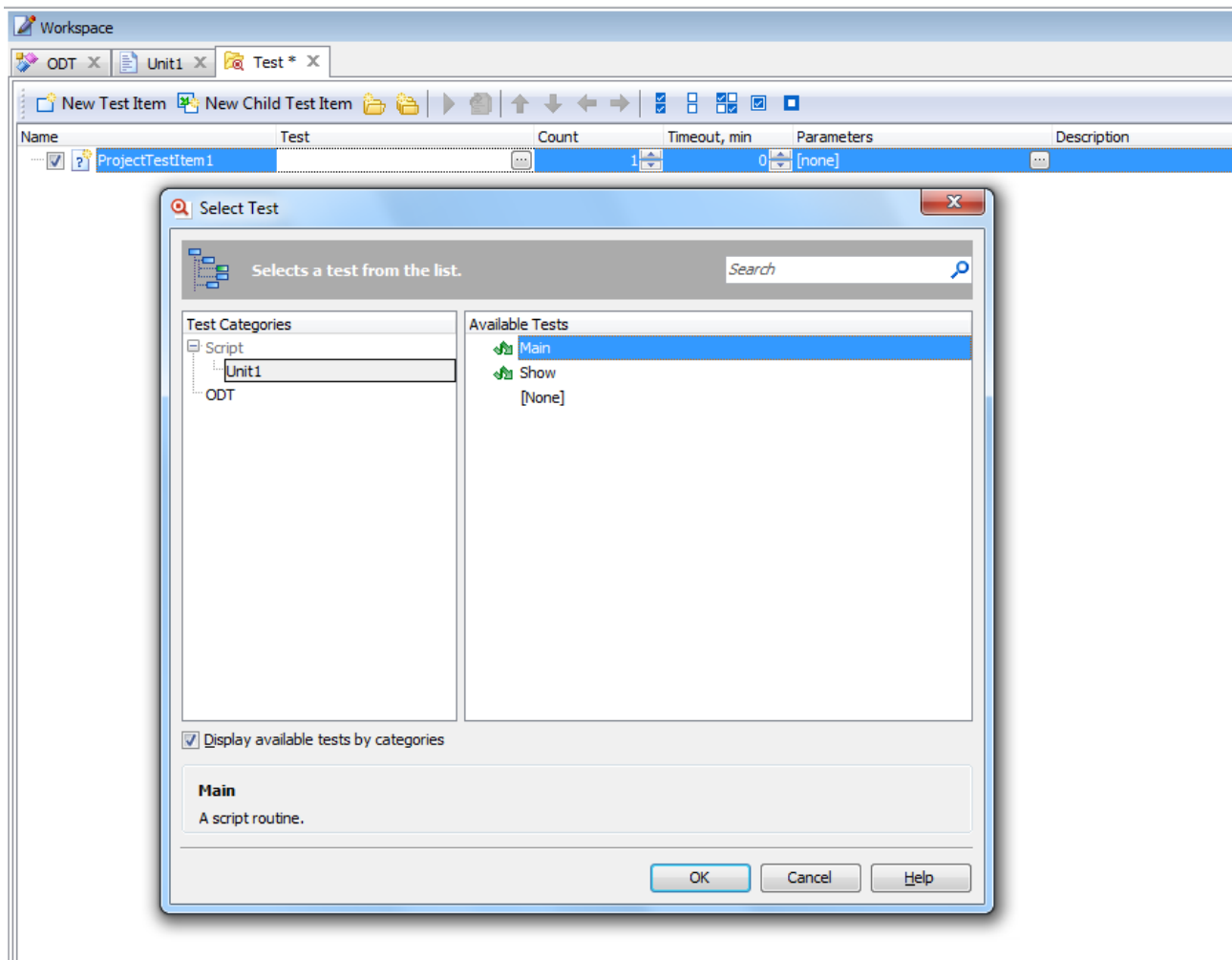


Для каждого элемента включаем выполнение метода при обходе структуры ODT.





















Настроим наш проект. Для этого кликнем два раза на пункте Test в окне Project Explorer. Откроется новая вкладка, в которой нам необходимо задать выполняемую по умолчанию процедуру. Выберем процедуру Main.





Запускаем выполнение скрипта.

Получаем протокол выполнения.

Test Log	
Type	Message
	Ivanov.Run
	Docs.Run
	Item0.Run
	Item1.Run
	Show :
	Документы
	Паспорт
	Регистрационный номер
	Серия 1111
	Номер 111111
	ИНН
	Регистрационный номер 1111111111
	Серия
	Номер
	Petrov.Run
	Sidorov.Run
	Microsoft.Run
	Orade.Run

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО БОРЬБЫ С ЭКОНОМИЧЕСКИМИ КРИЗИСАМИ

Майоров Евгений Владимирович

Ни для кого не секрет, что основную долю в стоимости того или иного товара промышленного, аграрного, да, впрочем, и любого другого производства занимают расходы на сырьё, топливо, различные сопутствующие материалы и электроэнергию. Заработная плата в общей структуре затрат представлена, как правило, весьма скромными цифрами.

В результате возникает парадоксальная ситуация: основное предназначение экономики – обеспечение каждого отдельно взятого человека средствами к существованию и, что очень важно, всем необходимым для нормальной и полноценной жизни (комфортным жильём, экологически чистыми продуктами питания и водой, средствами передвижения и т.д.), но это лишь теория, в реальной жизни ситуация иная – подавляющее большинство людей земного шара (в особенности это касается таких регионов мира как Африка, Южная и Центральная Америки, Юго-Восточная Азия и некоторые др.) с трудом сводит концы с концами. И главная причина этого – высокая материало- и энергоёмкость современной экономики. Значительная доля ресурсов, необходимых для функционирования экономики, в том числе невозобновляемых, попросту «улетает в трубу» (в виде всевозможных потерь, отходов производства, выбрасываемого и в то же время не подвергаемого переработке мусора и т.д.). Этому способствует применение несовершенных, а зачастую и просто морально устаревших технологий добычи, переработки и дальнейшего использования полезных ископаемых, других природных ресурсов, получения и распределения тепловой и электрической энергии, а также консерватизм и инерционность мышления значительного числа людей.

Но, несмотря на не столь радужную картину, выход из сложившейся ситуации есть – это,

- во-первых, развитие новых и совершенствование существующих технологий добычи и переработки полезных ископаемых, производства товаров массового потребления, получения и распределения тепловой и электрической энергии, переработки мусора и побочных продуктов производства, очистки сточных вод и др. с учетом результатов последних научных исследований, новаторской и рационализаторской деятельности,
- во-вторых, внедрение инноваций не только в экономике, но и в других сферах общественной жизни (образовании, медицине, науке, культуре, искусстве и т.д.),
- в-третьих, совершенствование законодательной базы в области охраны окружающей среды и рационального природопользования
- и последнее – формирование в сознании людей понимания необходимости бережного отношения к окружающей среде.

Реализация данных мероприятий позволит предприятиям из самых разных отраслей экономики существенным образом сократить расходы на сырьё, топливо, сопутствующие материалы, электроэнергию и другие аналогичные им статьи затрат. Что касается фонда оплаты труда, то он, безусловно, должен быть увеличен. При этом наиболее оптимальным является увеличение фонда оплаты труда на сумму сэкономленных предприятием в результате проведённой им реконструкции по модернизации производства и внедрению новых технологий денежных

средств с учётом последующего конкурентного снижения цены на производимый данным предприятием товар. Абстрагируясь от какого-либо отдельно взятого предприятия, можно утверждать, что это приведет к заметному росту доходов населения рассматриваемой страны и, соответственно, увеличению потребительского спроса. Возросший потребительский спрос будет стимулировать предложение, побуждая предприятия расширять производство. Всё это в конечном счёте запустит механизм устойчивого роста ВВП отдельных стран и мировой экономики в целом.

Помимо роста ВВП и более справедливого распределения доходов между членами общества, реализация указанных мероприятий позволит значительно сократить ущерб, наносимый окружающей среде деятельностью человека, который в настоящее время достигает астрономических сумм – сотни миллиардов долларов ежегодно.

БУДУЩЕЕ РОССИЙСКОГО МАЛОГО БИЗНЕСА. «КАТАЛИЗАТОРЫ» РОСТА

Майоров Евгений Владимирович

Благодаря наличию огромной территории (в том числе территорий, отведённых под сельскохозяйственные угодья), больших запасов пресной воды, полезных ископаемых и др. природных ресурсов, Россия обладает существенным потенциалом для развития малого и среднего бизнеса.

Тем не менее на сегодняшний день можно утверждать, что данный потенциал в значительной степени не реализован. Рост числа предпринимателей сдерживает ряд факторов: высокие ставки по налогам, несовершенство законодательства, регулирующего сферу малого бизнеса, бюрократические проволочки и пр., но, пожалуй, главным сдерживающим фактором является отсутствие стартового капитала, так или иначе связанное с высокими ставками по кредитам (в настоящее время достигают нескольких десятков процентов), причём в наибольшей степени эта проблема затрагивает промышленность и сельское хозяйство и в меньшей – торговлю и сферу услуг.

Безусловно, в последнее время государство проводит большую работу по всем трём направлениям, создавая благоприятные условия для ведения предпринимательской деятельности, однако, если детально проанализировать текущую ситуацию в области развития малого бизнеса, то придётся признать, что на сегодняшний день предложенные государством меры не привели к заметному увеличению числа малых предприятий.

Очевидно, что в сложившейся ситуации помимо совершенствования законодательства, а также мероприятий, направленных на снижение налоговых и кредитных ставок, необходим дополнительный механизм, способный в максимально сжатые сроки и без крупных финансовых вложений обеспечить малый бизнес производственной базой для осуществления предпринимательской деятельности. Одним из таких механизмов является *лизинг* (англ. *leasing*) – *долгосрочная аренда машин, оборудования, транспортных средств, сооружений производственного назначения и др. Широко распространился в связи с необходимостью получения потребителями дорогостоящей техники и её внедрения без крупных капиталовложений. В контрактах по лизингу может быть предусмотрено техническое обслуживание поставляемой техники, обучение кадров и т.д. В контракте возможны положения о праве (или обязанности) арендатора купить товар по истечении срока аренды. Обычно устанавливается базисный период, в течение которого стороны не имеют права расторгнуть договор лизинга.* [1] При этом наиболее оптимальным является вариант лизинга, предоставляющий малым предприятиям возможность арендовать необходимое им оборудование, механизмы, технику, сооружения и пр. объекты в виде единых производственных, аграрных или торговых комплексов, выполненных из отдельных модулей и в случае необходимости позволяющих в максимально короткие сроки расширить материально-техническую базу для ведения бизнеса (готовые мини-заводы, цеха, фермы, торговые точки и т.д.). Учитывая высокую стоимость подобных комплексов, передаваемое арендатору имущество должно быть в обязательном порядке застраховано. Естественно, рассматриваемый вариант аренды оборудования, механизмов и сооружений подразумевает вывод российского рынка лизинговых услуг на качественно иной уровень развития (этому должно способствовать увеличение числа предприятий, оказывающих услуги лизинга, расширение ассортимента оборудования и механизмов, передаваемых в аренду, совершенствование нормативно-

правовой базы и т.п.).

Для сельских жителей, а также других слоёв населения с невысокими доходами важным направлением лизинга является передача заказчику оборудования, техники и сооружений, неоднократно бывших в аренде. С учётом износа оборудования подобная схема лизинга позволяет существенным образом снизить арендную плату и сумму страховки.

В заключение хотелось бы упомянуть о тех экономических и социальных достижениях, которые ждут нашу страну в результате широкого внедрения лизинга в сферу закупок и поставок оборудования: для малого бизнеса – это снижение суммы кредита, необходимого для создания своего дела, доступ к новым технологиям, современному и дорогостоящему оборудованию, для среднего и крупного бизнеса – увеличение спроса на выпускаемую им продукцию (различное оборудование, механизмы, технику и т.д.), рост прибыли и расширение клиентской базы, для населения – значительное увеличение ассортимента и объёма выпускаемых товаров, снижение цен (засчёт развития конкуренции), создание большого количества дополнительных рабочих мест, для страховых компаний и банков – расширение клиентской базы и рост прибыли, для государства – увеличение налогооблагаемой базы и, как следствие, доходов федерального и местных бюджетов (а засчёт этого и расходов на социальные программы), для страны – заметный рост ВВП и изменение структуры экономики с сырьёвой на инновационную.

Список литературы

1. Большой энциклопедический словарь. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Большая Российская энциклопедия»; Спб.: «Норинт», 1997. – 1456 с.: ил.

ВЛИЯНИЕ НАЛОГОВ НА РАЗВИТИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПОЛИГРАФИИ

Тухтаев Баходир Бобобекович

Налоги являются важнейшим звеном общественных экономических отношений и финансовой политики государства в современном мире. В цивилизованном обществе налоги – это основная форма доходов государства. Помимо этой сугубо финансовой функции налоговый механизм дополнительно используется для экономического воздействия государства на общественное производство, его динамику и структуру, а также на состояние научно-технического прогресса.

В России налоговые отношения регулируются не только принятыми главами Налогового кодекса РФ, но и более чем 20-ю федеральными законами, а также десятком постановлений федерального правительства, многочисленными инструкциями, методическими рекомендациями и письмами Министерства финансов РФ, Центрального банка РФ и Федеральной налоговой службы. Кроме того, в каждом субъекте Федерации продолжает существовать большое количество законодательных и нормативных актов, регулирующих порядок начисления и уплаты региональных и местных налогов, которые оказывают существенное влияние на все сектора экономики, в том числе и на полиграфию.

Рынок печатных СМИ в России активно развивается, и, соответственно, растут поступления от его деятельности в государственный бюджет, однако дальнейшие темпы развития полиграфической отрасли напрямую зависят от:

- оптимизации системы налогообложения;
- снижения налогового бремени;
- упрощения налоговых процедур.

В нынешней ситуации все зависит не только от позиции и решений нашего правительства, но и от инициативности самих полиграфистов (в лице отраслевых организаций) в отношениях с властью.

В то же время хотелось бы обратить внимание на активизацию правительства и политического руководства страны в диалоге с полиграфистами (и надо сказать, уже есть благоприятные тенденции).

Также хотелось бы обратить внимание на наиболее важные для полиграфической отрасли налоговые преобразования, вступившие в силу с 1 января 2009 года и предусмотренные Федеральным законом от 26.11.2008 № 224-ФЗ «О внесении изменений в часть первую, часть вторую НК РФ и в отдельные законодательные акты»:

Первое из них – снижение с 1 января 2009 года ставки налога на прибыль (с 24 до 20 %). При этом уменьшилась только та часть налога, которая поступает непосредственно в федеральный бюджет (с 6,5 до 2,5%).

Второе важное изменение – это освобождение от НДС ввозимого из-за границы технологического оборудования, вносимого в качестве вклада в уставный капитал, при условии, что его аналоги не производятся в РФ. Данная поправка в первую очередь дает ясный и прямой сигнал иностранным инвесторам, что российское правительство готово стимулировать и развивать иностранные (и в то же время инновационные производства), но только с новыми

технологиями, которые отсутствуют в России. Полиграфическое машиностроение в нашей стране в настоящее время находится в упадке. Безусловно, это дает широкие возможности и весомые льготы для новых инвесторов на полиграфическом рынке. Однако необходимо помнить, что Правительство РФ включило медиаиндустрию в состав стратегически важных отраслей народного хозяйства и вручную регулирует доступ иностранных инвестиций в эту отрасль, что является политически сдерживающим фактором, который может нивелировать положительный эффект от данных изменений.

Третье – поправка, благодаря которой с 1 января 2009 года амортизационная премия была увеличена с 10 до 30 % для основных средств третьей – седьмой групп (к которым относится полиграфическое оборудование со сроком полезного использования от 3 до 20 лет). Полиграфическая отрасль – одна из самых капиталоемких отраслей (то есть отрасль производства с большой долей основных средств в структуре активов). На основании этого данная поправка позволяет предприятиям частично решить проблему окупаемости нового оборудования путем включения в расходы отчетного (налогового) периода до 30 % первоначальной стоимости основных средств. Учитывая то, что в полиграфии новое оборудование обычно приобретает под конкретные перспективы его использования – это позволяет возратить до 30 % вложенных средств уже в первый год (то есть в самый активный период использования оборудования) за счет уменьшения налогооблагаемой базы по прибыли.

Четвертое – это благоприятные изменения для тех, кто применяет УСН. Теперь региональным властям разрешено снизить ставку налога для «упрощенщиков» до пяти процентов (до этого компании, применяющие объект налогообложения «доходы минус расходы», платили налог в размере 15 %), что, естественно, благотворно повлияет на малые предприятия полиграфической отрасли.

И последнее – у Минфина появилось право предоставлять отсрочку или рассрочку по уплате налогов предприятиям, чья задолженность составляет свыше 10 млн. рублей, на срок до пяти лет, что особенно актуально для бизнеса в период кризиса.

Остальные изменения, внесенные во вторую часть Налогового кодекса РФ, направлены на:

- устранение пробелов в налоговом законодательстве;
- создание более комфортного режима налогообложения;
- упрощение налогового администрирования и снижение административных расходов налогоплательщиков, среди которых (особенно важна для бухгалтеров) есть и отмена обязанности контрагентов перечислять друг другу сумму НДС платежными поручениями при неденежных формах расчетов (п. 4 ст. 168 и п. 2 ст. 172 Налогового кодекса РФ), что избавляет предприятия от лишнего документооборота и неудобств;
- упрощение процедуры подтверждения нулевой ставки НДС при экспорте периодики в ближнее зарубежье.

Также необходимо обратить внимание на желание нашего правительства уже в 2010 году снизить НДС с 18 до 12 % и тем самым уменьшить налоговую нагрузку на бизнес (хотя еще в начале 2008 года тогдашний Президент РФ Владимир Путин дал соответствующим министерствам поручение о плановом снижении НДС в 2009 году). Однако против такого снижения выступил глава Министерства финансов РФ Алексей Кудрин, аргументировав это огромной суммой выпадающих доходов государства (2 % ВВП или более 800 млрд. руб.) и тем, что это может негативно сказаться на государственном бюджете. Тем не менее в поддержку вышеуказанной инициативы выступили Минэкономразвития России, Счетная палата России, Министерство связи и массовых коммуникаций РФ, отраслевые ассоциации: Московский Полиграфический Союз, ГИПП, РСПП, АРПП, а также общественно-политические организации такие как «Единая Россия», «Деловая Россия» и Общественная палата РФ. «Для российской

полиграфической базы снижение НДС является одним из элементов государственной политики по выравниванию позиций российских и зарубежных полиграфистов» (Вице-президент МПС Сергей Тарубаров). Восполнить же выпадающие государственные доходы предлагается за счет компенсирующего повышения акцизов, роста поступлений НДС (рост будет обеспечен, кроме роста деловой активности, и, соответственно, роста объемов производства, еще и снижением объемов мошенничества с НДС: правительство признает, что только из-за фиктивного экспорта ежегодный ущерб государственному бюджету составляет 10 – 30 млрд. руб.), а также неналоговых механизмов.

Между тем Московский Полиграфический Союз уже подсчитал эффект от снижения НДС. Только для журнальной полиграфии ежегодный объем высвобождающихся средств составит более 600 млн. рублей (в среднесрочной перспективе это позволит существенным образом изменить технологический облик российской журнальной полиграфии).

От положительных изменений необходимо перейти к обзору проблем в сфере налогообложения полиграфической отрасли. Очевидно, что применительно к данной сфере многие нормы современного российского налогового законодательства нуждаются в изменении или корректировке с целью приведения их в соответствие со сложившейся российской и мировой отраслевой практикой. Особенно хотелось бы отметить следующие пункты:

1. Списание нереализованных тиражей изданий. Согласно Налоговому кодексу Российской Федерации допускается списание нереализованной продукции в пределах до 10 % от объема тиража. Однако Федеральным законом от 29 мая 2002 года № 57-ФЗ в статью 250 НК РФ был внесен пункт 21, согласно которому к внереализационным доходам относятся доходы «*в виде стоимости продукции средств массовой информации и книжной продукции, подлежащей замене при возврате либо при списании такой продукции по основаниям, предусмотренным подпунктами 43 и 44 пункта 1 статьи 264 настоящего Кодекса*».

Таким образом, если реализован не весь тираж печатного издания, то по истечении сроков, указанных в статье 264, всю стоимость нереализованного тиража необходимо включить во внереализационные доходы. При этом в расходы может быть включена только та часть стоимости изданий, которая указана в пункте 44 статьи 264 (10 % от общей стоимости тиража). В результате мы получаем парадоксальную ситуацию: часть стоимости нереализованного тиража, помимо убытков, увеличивает налоговую базу по налогу на прибыль и, как следствие, предприятия вынуждены платить дополнительные налоги на несуществующие доходы.

Двигаемся дальше: как юридически оформить отношения между заинтересованными сторонами в данной ситуации? В настоящее время нереализованный тираж приходится оформлять как продукцию, обратно выкупаемую издателем. В итоге НДС оплачивается дважды: сначала при отгрузке продукции распространителю, а затем при обратной «покупке» нереализованных тиражей у распространителя.

Учитывая особенности издательского бизнеса, можно говорить о том, что в данной сфере всегда существует риск возврата нереализованных тиражей, и, естественно, это будет ложиться неприятным, алогичным и дополнительным налоговым бременем на баланс предприятия. Хотя еще на экспертном собрании коллегии РосПечати в 2007 году предлагалось ввести нормы списания нереализованных тиражей периодических печатных изданий на уровне их реальных возвратов по каждому виду в отдельности: ежедневные издания – до 25 %, еженедельные издания – до 30 %, ежемесячные издания – до 45 %, а также отменить алогичную норму НК РФ, устанавливающую, что стоимость печатных изданий, подлежащих замене либо списанию, должна учитываться как внереализационные доходы.

2. Довольно часто возмещение НДС (путем зачета или возврата) налоговыми органами осуществляется либо с нарушением сроков, установленные законодательством, либо не в полном объеме, либо вообще не осуществляется. Поэтому, чтобы тот или иной налогоплательщик мог оперативно решать спорные ситуации с налоговыми органами, их (налоговиков) необходимо обязать в определенные жестко установленные сроки информировать данного налогоплательщика о решении по возмещению НДС.

3. Предоставление льготного режима налогообложения НДС со ставкой 10 % (8 % или 5 %) на продукцию учебного и общекультурного характера (в том числе выпущенную на электронных и магнитных носителях в качестве приложений к учебным пособиям и печатным СМИ) как на товар особой социальной группы. Это позволит снизить расходы на производство и распространение указанных товаров (что соответствующим образом отразится на их цене для потребителей) и тем самым – увеличить тиражи и доступность данной печатной продукции для населения (что в свою очередь благоприятно скажется на уровне образованности нашего общества).

Эти и более мелкие проблемы в сфере налогообложения сдерживают развитие полиграфического бизнеса в нашей стране (при этом необходимо иметь в виду, что данные проблемы не решить без заинтересованного участия органов государственной власти). Поэтому для скорейшего разрешения этой весьма непростой ситуации необходимо срочно внести в Налоговый кодекс РФ законодательные изменения, направленные на облегчение налогового бремени, упрощение или отмену бюрократических и фискальных процедур, а также на введение налоговых льгот, предназначенных в первую очередь для стимулирования предпринимательской деятельности в сфере выпуска социально значимой, научной и культурной продукции.

Подводя итоги, можно с уверенностью говорить о положительных изменениях и обнадеживающих тенденциях в отношениях между властью и полиграфическим бизнесом (со временем это будет способствовать более активному развитию отрасли, ее финансовой прозрачности, росту рентабельности и инвестиционной привлекательности, и как результат – налогообложение полиграфической отрасли будет приносить в госбюджет все больше и больше доходов).

Список литературы

1. Федеральный закон от 26.11.2008 № 224-ФЗ «О внесении изменений в часть первую, часть вторую НК РФ и в отдельные законодательные акты»;
2. Официальный сайт Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям: www.farpmc.ru.
3. Официальный сайт Московского Полиграфического Союза: www.printunion.ru.
4. Официальный сайт российского информационного агентства «РосБизнесКонсалтинг»: www.rbc.ru.
5. Официальный сайт Содружества Бумажных Оптовиков: www.sbo-paper.ru.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО РЫНКА РОССИИ И ЕГО ПРОБЛЕМЫ

Тухтаев Баходир Бобобекович

За последние, докризисные, годы российский полиграфический рынок продемонстрировал положительную динамику развития и качественные изменения. Печатная индустрия страны превратилась в эффективный бизнес (этому в решающей степени способствовала общая благоприятная экономическая ситуация в Российской Федерации). Выросли объемы инвестиций в СМИ, капитализация медиакомпаний, доходы от рекламы и продажи изданий.

Общий годовой оборот полиграфической промышленности России в 2008 году достиг 181,0 млрд. рублей или 7,54 млрд. долл. США, что совпадает с предварительной оценкой рынка, сделанной рядом экспертов в начале года. В 2007 году, по оценкам Содружества бумажных оптовиков, составленным на основе анализа количества потребляемых сортов бумаги и картона для печати в стране, реальный стоимостной объем полиграфических работ составил 172,5 млрд. рублей или 7,2 млрд. долл. США. Незначительный темп роста объемов полиграфических работ объясняется негативным влиянием финансового кризиса во второй половине 2008 года.

С 1991 года экономика России, и вместе с ней и полиграфия, пережили ряд этапов организационно-экономического реформирования: резкий переход от планово-командной экономики к рыночной, изменение финансовых условий хозяйствования в период гиперинфляции, ужесточение конкурентных условий в связи с завышенным курсом рубля по отношению к доллару, общие финансовые кризисы, адаптация к новым экономическим условиям, период стабилизации экономических условий. Эти этапы находят отражение в индексе производства. Особенно наглядна динамика этого индекса, если объем производства в 1991 году принять за 100 (см. рис. 1).

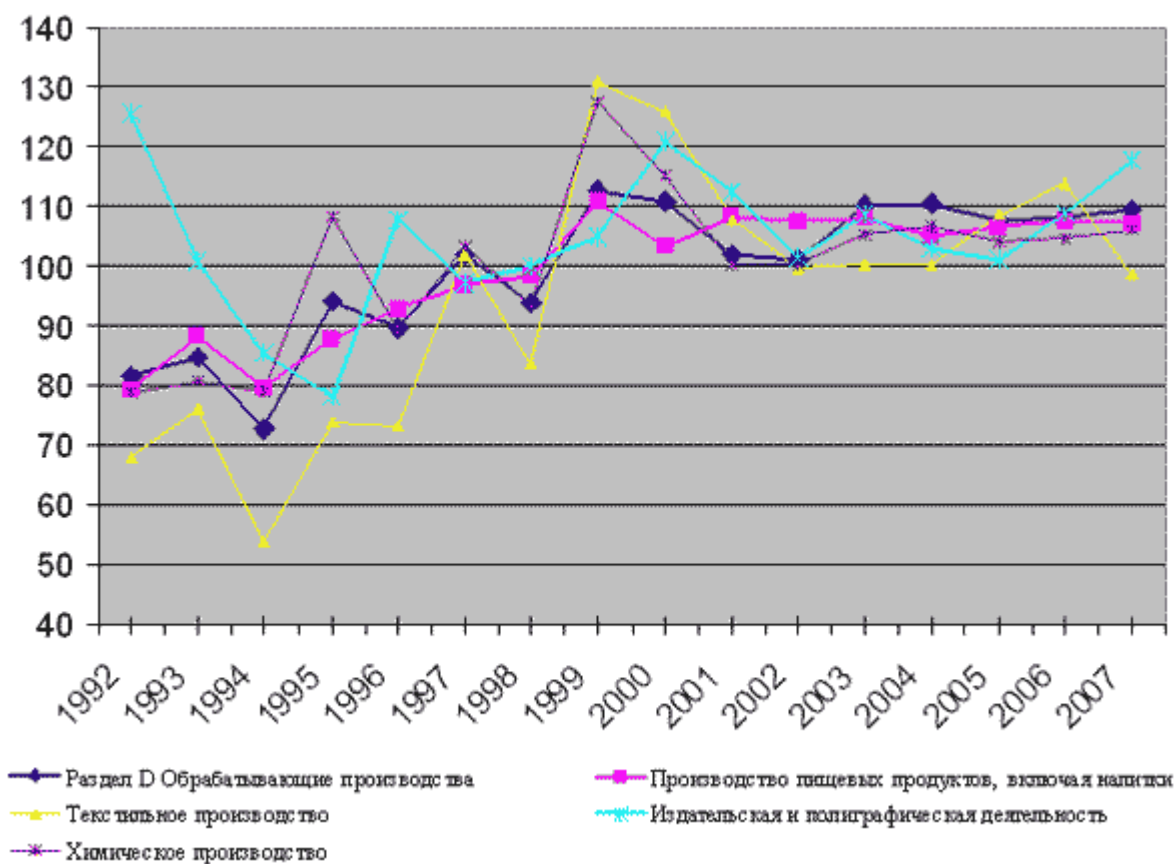


Рис. 1. Индекс производства рассматриваемых видов деятельности России

Индекс производства издательско-полиграфической деятельности без учета целлюлозно-бумажного производства демонстрирует более высокие значения, чем обрабатывающие производства в целом, колеблясь в зависимости от экономической, политической и социальной ситуации в стране, что наглядно показано на рис. 1: резкое падение индекса производства в неблагоприятный период с 1992 года по 1995 год, затем следует рост до кризиса 1998 года, после снижения следует возрастание до 2001 года, далее происходит плавное снижение с некоторыми колебаниями вплоть до 2005 года, связанное, по нашему мнению, с возросшей конкуренцией со стороны зарубежных издательств и полиграфических компаний, недостаточной технической и технологической развитости полиграфической базы и отсутствием государственной поддержки издательско-полиграфической деятельности. Резкий рост, произошедший после 2005 года, был обусловлен многими причинами, которые мы рассмотрим далее.

В 2007 году общий объем выпуска печатной продукции вырос по всем показателям – по названиям, тиражам, в листах-оттисках и в денежном выражении (табл. 1). Наибольший рост выпуска продукции в натуральных единицах отмечен в производстве журналов (133 %), наименьший – в выпуске книг и брошюр (109 %). В денежном выражении наибольший рост выпуска отмечен в издании изобразительной продукции (прочие виды издания) – более чем в 2 раза, а также в издании газет (169 %).

Таблица 1. Выпуск печатной продукции в натуральных показателях в 2006 – 2007 годах

Наименование показателя	Единица измерения	Данные Росстата			Данные Российской книжной палаты		
		2006	2007	%	2006	2007	%
Выпуск книг и брошюр	млн. листов-оттисков	12275	13342	109	8380	9050	108

число названий	печ. ед.	-	-	-	102268	108791	106
общий тираж	тыс. экз.	-	-	-	633524	665683	105
Выпуск газет (условный тираж)	млн. экз.	17156	20873	122	-	-	-
Выпуск газет (общий годовой тираж)	млн. экз.	-	-	-	8024	8845	110
число названий	печ. ед.	-	-	-	8250	8516	103
Выпуск журналов	млн. листов-оттисков	4148	5503	133	-	-	-
число названий	печ. ед.	-	-	-	4677	5369	115
общий тираж	тыс. экз.	-	-	-	1169113	1404407	120
Выпуск изоизданий	млн. листов-оттисков	820	959	117	-	-	-
число названий	печ. ед.	-	-	-	1950	2555	131

Общий объем произведенной продукции полиграфических предприятий за 2006 – 2007 годы вырос на 20 %: с 63333674 тыс. руб. до 76038761 тыс. руб. Но надо отметить, что прирост физического объема выпуска печатной продукции отстает от его прироста в денежном выражении. Так, в 2007 г. эти показатели составили соответственно: по книгам – 9 % и 47 %, газетам – 22 % и 69 %, журналам – 33 % и 41 %. Различие в темпах натуральных и стоимостных показателей может быть объяснено опережающим ростом цен на печатную продукцию, что говорит о ежегодной рыночной индексации цен и что должно противоречит бытующему мнению об упреждающем росте себестоимости над ценой продукции, который снижает рентабельность полиграфического бизнеса. Однако по данным ОАО «НИЦ «Экономика», в России затраты на производство издательско-полиграфической продукции растут более высокими темпами, чем цена на готовую продукцию. Затраты в издательско-полиграфическом производстве в России сравнивались с общеевропейскими: цены на материалы выросли с августа 1998 г. примерно в 6 раз, а на полиграфию в 3 раза, но в то же время розничные цены на книги в валютном исчислении у нас составляют 7 – 10 долларов США, а в европейских странах и США аналогичные издания стоят 20 – 30 долларов США. Но дальнейшее развитие отрасли зависит не только от динамики роста стоимости затрат на производство печатной продукции, но и от роста доходов населения, и соответственно, роста спроса на печатную продукцию, который также ограничивается несовершенной системой распространения.

В настоящее время в отечественном издании книг и печатных СМИ наблюдается также рост объемов производства книг, журналов и газет в денежном выражении при одновременном снижении суммарных тиражей книжной продукции, а также газет (за исключением периодов проведения политических выборных кампаний).

Для полного анализа работы полиграфической промышленности и рынка полиграфических работ необходимо наличие полной сводной информацией, которой государство не располагает, за исключением отдельных данных по выпуску печатной продукции в натуральных показателях в федеральной и отраслевой статистике, благодаря существованию Российской Книжной Палаты.

Существующая организация статистического анализа в системе Росстата неспособна ответить на поставленные вопросы, поэтому очевиден главный вывод о том, что в стране отсутствуют полные данные о количественной оценке работы полиграфической промышленности, как в разрезе всей сферы деятельности, так и в оценке каждого региона. Более того, предоставляемые данные во все государственные учреждения для выработки перспективных решений, могут не соответствовать действительности и, следовательно, имеют далеко идущие негативные последствия.

Данный вывод подтверждается простыми вычислениями и сопоставлениями, приведенными в

табл. 2:

Таблица 2. Сводные данные об объемах отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг по полиграфической деятельности (код ОКВЭД 22.2) в России

Федеральные округа	2007 г., млн. руб.	1-ое полугодие 2008 г., млн. руб.	Газеты	Книги	Прочая печатная продукция	Количество полиграфических предприятий
			листов-оттисков, млн. штук			
I. Северо-Западный округ	10813,9	6508,6	165,7	2,02	16,93	122
II. Центральный округ	47864,9	23464,4	14412,5	5490,8	7274,1	446
III. Приволжский округ	8128,4	4156,2	805,6	598,7	488,5	306
IV. Южный округ	3307,4	1633,5	771,7	186,5	94,0	138
V. Уральский округ	2563,6	1403,0	738,0	1,9	85,9	65
VI. Сибирский округ	6675,2	3860,7	1031,0	147,6	115,0	257
VII. Дальневосточный округ	1908,2	826,9	816,3	15,95	132,3	75
Итого:	81261,6	41853,3	18740,8	6443,47	8206,78	1409

По данным Росстата общий годовой объем произведенной продукции полиграфических предприятий страны в 2007 году составил 81,8 млрд. рублей или 3,4 млрд. долл. США. Но эта цифра характеризует результаты работы только 1409 полиграфических предприятий, но как показал мониторинг полиграфической сферы деятельности, проведенный Управлением периодической печати, книгоиздания и полиграфии в 2007 – 2008 годах, на момент 01.01.2009 года в ее составе функционирует 7353 полиграфических предприятий. Таким образом, оценка работы полиграфической промышленности осуществляется по результатам работы только части типографий (примерно 20 %), и следует предполагать, что в основном крупные и средние предприятия, находящиеся в государственной собственности и традиционно соблюдающие требования государственной статистики.

Для получения объективной оценки промышленного потенциала отечественной полиграфии в данной работе мы использовали исследование Управления периодической печати, книгоиздания и полиграфии на базе имеющихся данных мониторинга полиграфических предприятий, аналитических расчетов и экспертных оценок. Все типографии были разбиты на группы, исходя из их производственной мощности и оценочного оборота по основным видам деятельности.

На основании данного исследования были получены следующие данные, которые характеризуют полиграфическую деятельность России в 2007 году:

I группа (данные Росстата) – 1409 предприятий, объединяющая крупные и средние типографии (с числом работающих свыше 1000, свыше 500 и 100 человек) – общий годовой оборот производства составляет 81,8 млрд. рублей или 3,4 млрд. долл. США;

II группа (экспертная оценка) – 1769 предприятий, объединяющая средние типографии (с числом работающих от 50 до 100 и от 20 до 50 человека) – общий годовой оборот производства – 53,0 млрд. рублей или 2,2 млрд. долл. США;

III группа (экспертная оценка) – 1953 предприятия, объединяющая малые типографии (с числом работающих до 20 человек) – общий годовой оборот производства – 5,9 млрд. рублей или 0,24 млрд. долл. США;

IV группа (экспертная оценка) – 2255 предприятий, объединяющая средние и малые цифровые типографии и типографии широкоформатной струйной печати с общей численностью работающих – 27300 человек, общий годовой оборот производства которых составил 40,3 млрд. рублей или 1,68 млрд. долл. США.

На основании полученных данных можно сделать объективный вывод об общей эффективности деятельности субъектов рынка полиграфических работ на современном этапе.

Средний годовой объем произведенных товаров, выполненных работ и услуг одного полиграфического предприятия, рассчитанный на основании полученных данных, составил 24,6 млн. рублей или 1,025 млн. долл. США.

Географическая сегментация российских полиграфических предприятий, по мнению экспертов Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям (ФАПМК), выглядит следующим образом: свыше трети полиграфических предприятий находится в Москве и Подмосковье, примерно 10 % в Санкт-Петербурге, остальные (чуть более 50 %) – в регионах. И при этом московские предприятия выпускают подавляющую часть (приблизительно 50 % – 60 %) всего объема полиграфической продукции, что подтверждается данными из *табл. 2*. Таким образом, наибольшая насыщенность, уже исторически сложившаяся, сохраняется в Центральном и Приволжском федеральном округе, где доминирует Москва вместе с Московской областью. Единственное, что следует отметить, за это время в лидирующую группу выдвинулся Сибирский федеральный округ, значительно оттеснив Южный округ и Северо-Западный, несмотря на наличие в его составе Санкт-Петербурга с его развитой полиграфией.

Примечательной чертой географической структуры полиграфической деятельности России является то, что чем больше территория федерального округа, тем в меньшей степени она насыщена полиграфическими предприятиями вообще, районными и городскими типографиями в частности. При этом резко возросла концентрация типографий, располагающихся в столицах региональных образований.

По данным Росстата на конец 2007 года в Статрегистре числилось более 16 тысяч организаций, которые по ОКВЭД были отнесены к полиграфическим, и еще более 18 тысяч издательских организаций. Но необходимо обратить внимание, что степень экономической активности этих организаций самая разнообразная: от весьма активных и успешных до полностью бездеятельных, которые относятся к данной отрасли только по отчетным документам и не занимаются указанной деятельностью. По данным Межрегиональной Ассоциации Полиграфистов на 01.01.2008 года действовало 5100 типографий с численностью 178 тысяч человек, а уже к 01.01.2009 году уже функционировало 7353 полиграфических предприятий, на которых было занято 207 450 человек.

Как видно из *табл. 3*, за период 2006 – 2007 гг. общее количество организаций, как полиграфических, так и издательских, выросло: полиграфических – более чем на две тысячи организаций (или на 14,3 %), издательских – более чем на полторы тысячи (или на 9 %). Причем основной прирост произошел за счет частного сектора. Из добавившихся в 2007 году организаций количество частных полиграфических предприятий составило 2008 или 98,6 %, а частных издательств – 1318 или 87,2 %.

Таблица 3. Количество предприятий и организаций издательско-полиграфической деятельности (по данным Статрегистра)

Наименование показателя	Всего (ед.)		Государственные и муниципальные (ед.)		Частные (ед.)		Зарегистрировано (ед.)		Ликвидировано (ед.)	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Полиграфические предприятия	14289	16326	1345	1360	12245	14253	1813	1953	746	655
Издательские организации	16810	18322	2000	2141	13711	15029	3648	3579	1776	1385
в том числе:										
издание книг	6654	7117	205	219	5981	6403	...	...	...	...
издание журналов	2253	2635	98	101	1997	2369	...	...	...	...
издание газет	5415	5939	1644	1766	3473	3869	...	...	...	...
Итого по виду деятельности	31099	34648	3345	3501	25956	29282	5461	5532	2522	2040

На основании данных *табл. 3* можно сделать вывод, что демографическая ситуация в полиграфии демонстрирует положительную динамику: полиграфических предприятий вновь регистрируется в год порядка двух тысяч, а ликвидируется меньше одной тысячи.

Внимательное изучение потребительского рынка показывает, что для дальнейшего развития издательско-полиграфической деятельности России большое значение имеет рост платежеспособности населения. По данным Росстата заработная плата россиян с 2000 года демонстрирует уверенный рост.

Эта тенденция видна на графике (*см. рис. 2*), который отображает динамику средней заработной платы, пересчитанной как отношение к прожиточному минимуму для соответствующих периодов и в долларах США по текущему курсу на соответствующие периоды.

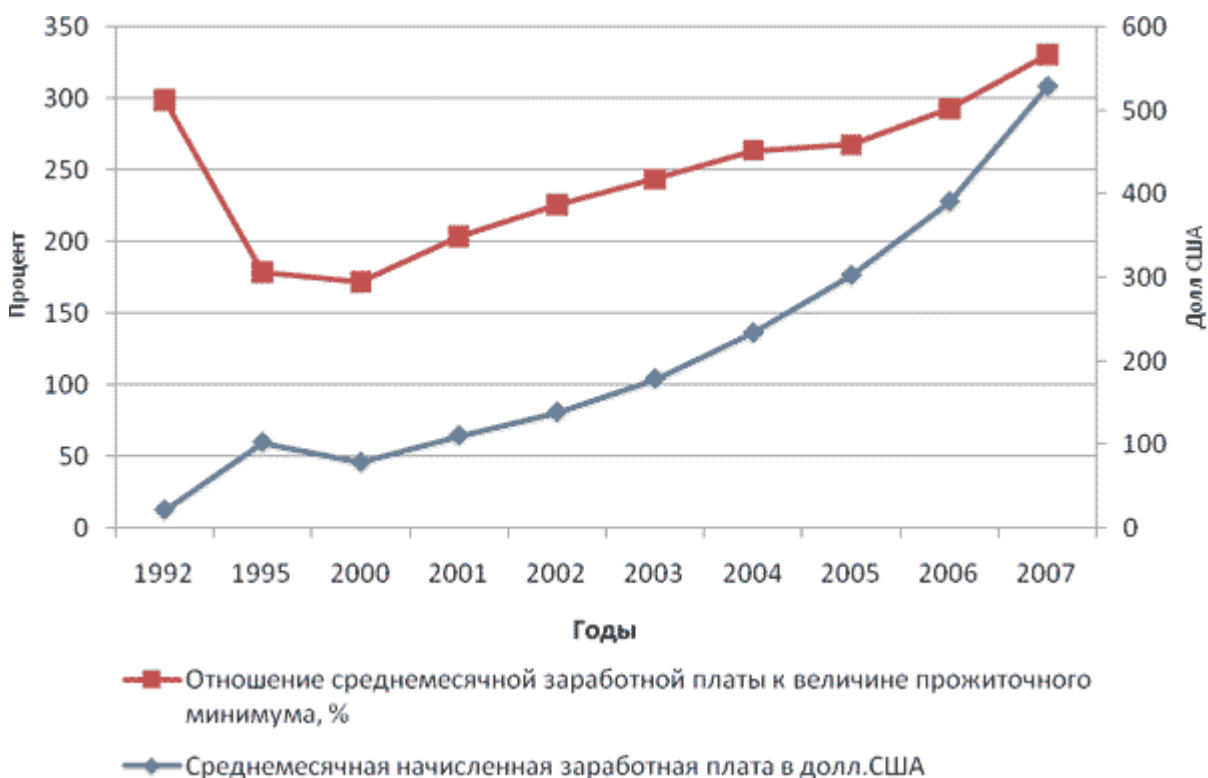


Рис. 2. Динамика средней заработной платы по экономике РФ (пересчитано как отношение к прожиточному минимуму и в долл. США)

В российскую полиграфию в период с 1998 года по 2006 год было вложено более \$ 3,3 млрд. прямых частных инвестиций. В 2007 году объем отечественных инвестиций в основной капитал составил 5,42 млрд. рублей, объем иностранных инвестиций составил более 1,69 млрд. рублей, а в сумме объем капитальных вложений в производство (без учета инвестиций в здания и инфраструктуру) за 1999 – 2008 гг. превысил 5 млрд. долларов США. При этом отмечается резкий рост инвестиций, особенно иностранных, по сравнению с 2006 годом по всем секторам издательско-полиграфической деятельности. В период с 2003 по 2006 год было введено 18 новых газетно-журнальных предприятий, были введены в эксплуатацию новые предприятия в сфере производства газет, журналов и упаковки, а сотни действующих типографий подверглись комплексной модернизации. Однако необходимо обратить внимание на то, что инвестиции осуществляли участники рынка, те, кому наличие полиграфических мощностей требуется для реализации собственных проектов, т.е. издательства и медиахолдинги, но, естественно, что наибольший объем инвестиций (приблизительно 87 %) был направлен в полиграфические организации в развитие основного производства, при этом большую часть этих инвестиций составляют средства самих полиграфических предприятий.

Одной из основных причин резкого увеличения притока инвестиций стало принятие постановлений Правительства Российской Федерации от 24 марта 2006 года № 168 «О временных ставках ввозных таможенных пошлин в отношении отдельных видов технологического оборудования» и от 26 мая 2007 года № 321 «О внесении изменений в таможенный тариф Российской Федерации», освободившие ввоз полиграфического оборудования от таможенных пошлин. Несмотря на небольшой срок действия данных постановлений, они уже дали положительный эффект, но пока можно говорить о начальном этапе их влияния на развитие российской полиграфии.

Производительность труда в отрасли в соответствии с общеевропейской методикой рассчитывается как отношение годового оборота отрасли к числу работающих в ней, находится на уровне 881 тыс. рублей на 1 человека или 36,7 тыс. долл. США на 1 человека.

Для оценки значимости полученных результатов возьмем для сравнения некоторые абсолютные и относительные показатели полиграфической промышленности ряда европейских стран, рассчитанных и опубликованных Е.М. Марголиным на основании статистической информации приведенной Международной конфедерации полиграфии и смежных отраслей Intergraph (International confederation printing and allied industries) в 2005 году (табл. 4).

Таблица 4. Абсолютные и относительные показатели полиграфической промышленности европейских стран

Страна	Годовой оборот, млрд. евро	Количество компаний	Количество работающих, тыс. чел.	Средний годовой оборот одного предприятия, млн. евро	Производительность труда, тыс. евро/чел
Австрия	2,017	1032	14,27	1,95	141,3
Бельгия	3,640	3965	19,284	0,92	188,8
Великобритания	17,980	16906	149,384	1,06	120,4
Германия	21,115	12228	160,339	1,73	131,7
Дания	1,518	1192	10,096	1,27	150,4
Италия	13,407	19272	91,196	0,70	147,0
Латвия	0,130	389	4,339	0,33	30,0
Литва	0,116	386	3,828	0,30	30,3

Польша	2,514	11023	42,213	0,23	59,6
Румыния	0,549	2073	19,949	0,26	27,5
Словакия	0,225	216	4,345	1,04	51,8
Словения	0,392	1120	5,555	0,35	70,6
Финляндия	1,624	1172	11,49	1,39	141,3
Франция	13,082	17648	110,33	0,74	130,4
Чехия	1,026	6192	19,676	0,17	52,1
Швейцария	6,15	2720	30,462	2,26	201,2
Швеция	2,804	3704	19,772	0,76	141,8
Эстония	0,132	210	2,761	0,63	47,8

На основании сопоставления приведенных в таблице показателей с данными по отечественной полиграфии, несмотря на определенную некорректность (имея в виду, что темпы роста европейской полиграфии за последние несколько лет не оказали влияния на значения показателей, а соотношение доллар/евро принято 1/1,3), можно сформулировать ряд положений.

Величина общего годового оборота зависит от целого ряда факторов: численность населения страны и ее протяженность, уровень экономического развития вообще и уровень полиграфического потенциала, в частности. Даже не производя валютных перерасчетов, можно установить, что по этому показателю российская полиграфия уже занимает место в первой десятке европейских стран. Но только по абсолютному ее значению, в относительном исчислении все показатели далеко не в пользу отечественного полиграфического бизнеса.

Если по среднему годовому обороту в расчете на одну типографию российские полиграфические предприятия, уступают только некоторым странам с наиболее развитой экономикой в Европе, то по показателям производительности труда отечественная полиграфия замыкает таблицу, опережая только Болгарию, Румынию и Латвию.

Как уже неоднократно отмечалось, что определенное отставание российской полиграфии в техническом оснащении от среднеевропейской еще имеет место, то оно не такое значимое в оценке настоящего производственного потенциала отрасли, как уровень производительности труда. И дело здесь не только в недостаточных масштабах модернизации производства, а, главным образом, в несовершенной организации труда и неквалифицированном менеджменте. Однако справедливости ради следует сказать, что, несмотря на то, что производительность труда является чрезвычайно важным показателем, его роль проявляется только в условиях совершенного рынка, когда он сбалансирован по спросу/предложению. Использование данного критерия в оценке работы предприятия наиболее эффективно при постоянном росте объемов производства, когда его можно реализовать через повышение производительности, как за счет совершенствования технологии, так и интенсификации труда сотрудников. В настоящих условиях, когда большинство действующих типографий постоянно недогружены, показатель производительности труда не может быть объективной оценкой производства. Для сравнения нами предложен синтетический показатель промышленной насыщенности в рассматриваемом секторе рынка, базирующийся на логическом подходе сравнения и определения необходимого количества типографий для минимального мирового уровня насыщенности, то есть количество типографий на душу населения.

Результаты статистических данных в первом полугодии 2008 года и экспертная оценка деятельности полиграфических предприятий на протяжении всего года дают основание сделать вывод о том, что уровень производства первой половины 2008 года не превышал достигнутый в предыдущем году, а ожидаемый прирост прогнозировался на второе полугодие.

Однако дальнейшее развитие событий в экономике страны дало основание предположить, что этого уже не произойдет.

Полиграфическая промышленность в России до кризиса находилась на подъеме и развивалась огромными темпами. В условиях жесткой конкуренции полиграфические предприятия стараются следить за всеми инновационными решениями и новыми продуктами, которые появляются на полиграфическом рынке. Ещё 15 – 20 лет назад полиграфическая промышленность России находилась в упадочном состоянии. Но сейчас ситуация существенно изменилась, что подтверждает выставка «ПолиграфИнтер». В 2007 году общая площадь экспозиции выставки составила около 50000 кв. м., в ней приняло участие 348 компаний из 27 стран мира. За пять дней выставку посетило около 24000 специалистов. Здесь были представлены все мировые бренды и сосредоточен весь цвет полиграфической, упаковочной и бумажной отраслей.

Динамичное развитие высококачественной печати в России в последние годы произошло благодаря активному росту рынков упаковки и этикетки, но решающее влияние оказал рекламный рынок. Быстрый рост рынка рекламы в прессе, отсутствие ограничений для иностранных компаний на владение российскими печатными СМИ, выход международных изданий на российский рынок обеспечили активное развитие рынка периодических изданий и печатной рекламы. Как следствие, произошло повышение спроса на качественную печать, и как следствие рост рынка полиграфии и полиграфического оборудования.

Возможность зарегистрировать организацию в издательско-полиграфической сфере без специальных разрешений, доступность основных средств производства и ресурсов являются почвой для развития малого бизнеса. За период 2006 – 2007 годы число субъектов малого предпринимательства в этой сфере выросло на 12 %, выручка – на 10 %, среднемесячная заработная плата – на 28 %. Рост инвестиций на 34 % показывает, что малое предпринимательство в издательско-полиграфической сфере развивается значительными темпами, обладает необходимым потенциалом и будет активно развиваться и дальше. Кроме того, малые предприятия играют значительную роль в обострении конкуренции на рынке печати, составляя количественное большинство полиграфических предприятий, причем число их постоянно увеличивается. Учитывая, что объем инвестиций, вложенных в развитие этого сектора малого бизнеса в 2007 году, составил около 1,8 млрд. рублей, что на треть больше, чем в предшествующем году, можно ожидать дальнейшее увеличение числа предприятий и уверенного роста объемов их производства в 2008 году. Также в связи с отменой обязательного лицензирования вход на рынок печатной продукции весьма упростился и основным барьером является доступ к системе распространения печатной продукции, поэтому развитие малого полиграфического бизнеса с непосредственным доступом к реализации печатной продукции населению без посредников идет высокими темпами.

Однако при общей позитивной характеристике полиграфического рынка, остается ряд нерешенных проблем, негативно влияющих на него и сдерживающих его активное развитие. По докризисным темпам роста рынок прессы России уступал только аналогичному рынку Китая. Однако весь ежегодный прирост рынка журналов, более 20 %, уходил на печать за рубеж – на Украину, в Прибалтику, Словению, Польшу, Финляндию, а с недавнего времени – в Китай. По оценкам экспертов 40 % – 60 % высококачественной печатной продукции, потребляемой российским рынком, было отпечатано на зарубежных типографиях. Всего же в 2006 году в Россию было ввезено полиграфической продукции, отпечатанной на мелованной бумаге и картоне, на сумму более 1 млрд. долларов США, в то время как самой мелованной бумагой и картоном – примерно на \$ 630 млн.

Остановимся более подробно на проблемах развития полиграфии, роли иностранных

инвестиций, таможенных пошлин, налогового регулирования и т.п. Для развития полиграфической отрасли в настоящее время существует несколько ключевых препятствий.

1. Высокая импортозависимость отечественных полиграфистов, что сдерживает рост отечественной полиграфической базы и причин для этого несколько: отсутствие отечественного полиграфического оборудования, отвечающего современным требованиям; отсутствие отечественных мелованных бумаг. И если проблема отсутствия отечественного полиграфического оборудования, как было отмечено выше, была частично решена с отменой таможенных пошлин на импортное полиграфическое оборудование (постановления Правительства Российской Федерации от 24 марта 2006 года № 168 «О временных ставках ввозных таможенных пошлин в отношении отдельных видов технологического оборудования» и от 26 мая 2007 года № 321 «О внесении изменений в таможенный тариф Российской Федерации»), то с мелованной бумагой дело обстоит намного хуже. Как известно, основным потребителем мелованной бумаги является производство высококачественной печатной продукции и высокую пошлину на ввоз материалов при нулевой пошлине на ввоз в Россию готовой продукции специалисты называют причиной неконкурентоспособности отечественной полиграфии и препятствием, который останавливает рост полиграфического рынка.

Мелованная бумага никогда не производилась и до сих пор почти не производится (отечественное производство мелованной бумаги не удовлетворяет и десятой доли внутреннего спроса) в России. Для создания экономических предпосылок к созданию производства мелованных бумаг необходимо решать проблемы стимулирования рынка производства и распространения высококачественной печатной продукции, а не устанавливать заградительные таможенные пошлины на не производимую в России продукцию в надежде стимулирования развития внутреннего производства мелованной бумаги. Увеличение полиграфического рынка высококачественной печатной продукции приведет к развитию рынка потребления мелованной бумаги и росту заинтересованности отечественных бумагопроизводителей в данном сегменте. Данное утверждение наглядно подтвердилось в 2007 – 2008 годах, когда с резким ростом объемов потребления мелованной бумаги, активизировались и бумагопроизводители, объявив о начале строительства новых мощностей по производству мелованной бумаги.

2. Таможенное и налоговое законодательство. Российская экономика является частью мировой экономики, соответственно и российский издательско-полиграфический сектор является частью мирового рынка издательско-полиграфической продукции и, соответственно, развивается под его постоянным влиянием, явным проявлением которого является конкуренция со стороны других стран и, в особенности, сопредельных государств. Уровень такого воздействия определяется соотношением объемов экспортно-импортных операций, и динамика изменения этих критериев, особенно импорта, характеризуют конкурентоспособность российской полиграфии и резервы для ее возможного развития при импортозамещении.

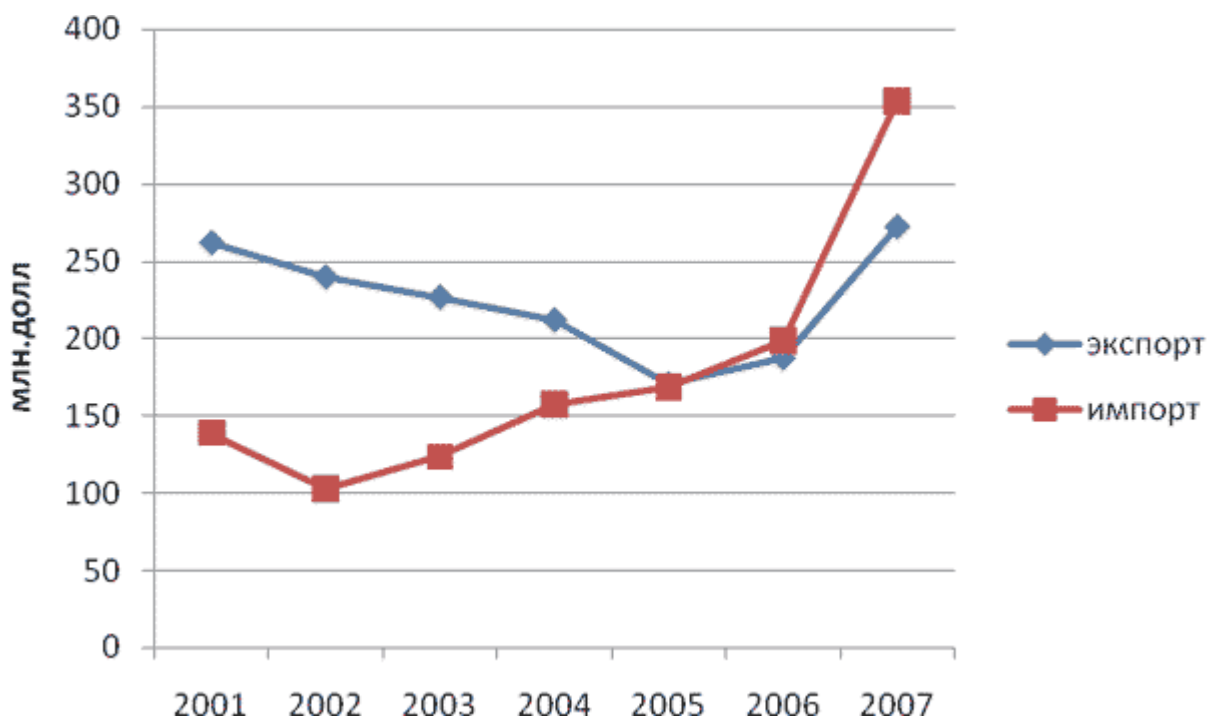


Рис. 3. Динамика экспорта и импорта книг и брошюр в России, млн. долл. США

Как видно из графика (рис. 3), импорт книг и брошюр растет довольно значительными темпами. При этом в 2007 году объем импорта увеличился по сравнению с предыдущим годом на 78 %. Экспорт же постоянно снижался до 2005 года, но 2006 – 2007 годы явились переломными: объем экспорта вырос за этот период на 59 %. В 2007 году объем экспорта книг и брошюр превысил показатель 2001 года на 10,2 млн. долларов США.

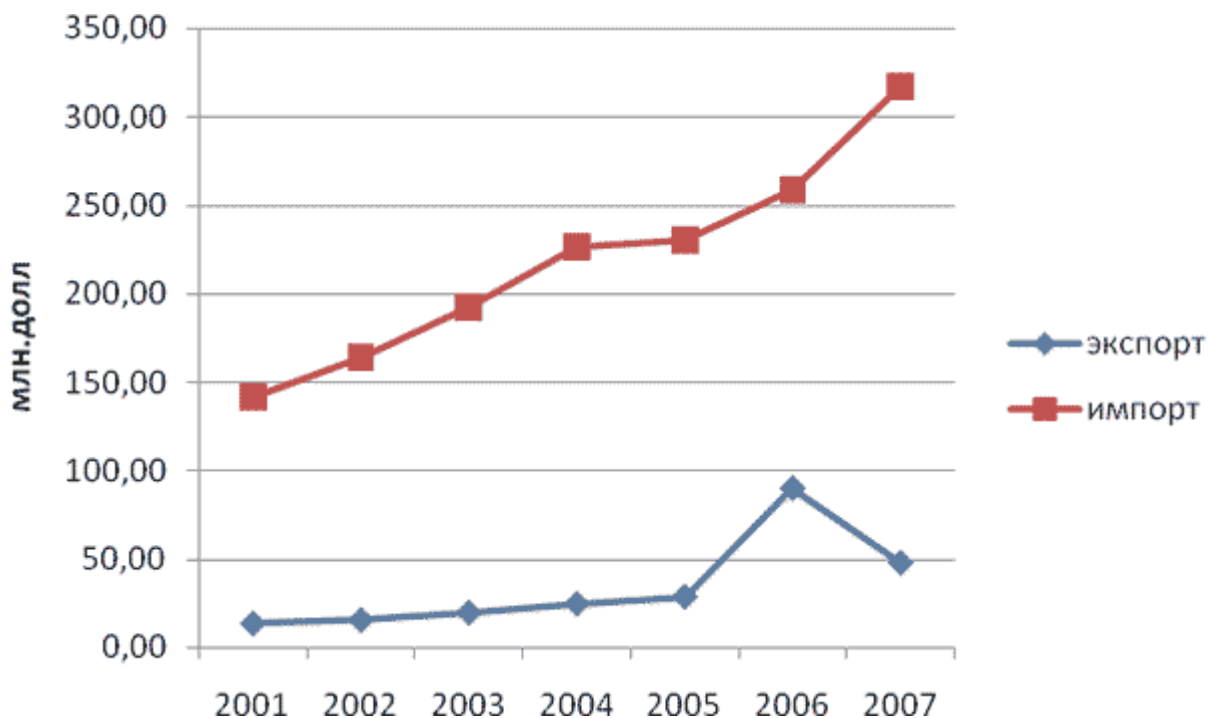


Рис. 4. Экспорт и импорт журналов и других периодических изданий в России, млн. долл. США

Импорт журналов по объему существенно опережает их экспорт (см. рис. 4). В данном случае причиной является известное отставание в производстве качественной бумаги и качественной печати. Кроме того, в 2007 году экспорт этой продукции снизился по сравнению с предыдущим годом.

Еще больше различие в объеме экспортных и импортных операций по прочей печатной продукции (см. рис. 5). Причины, видимо, те же – качество бумаги и полиграфические возможности. Конкурентная ситуация на рынке заставляет потенциальных заказчиков искать более высокое качество продукции по более низким ценам, которые российские предприятия не могут обеспечить.

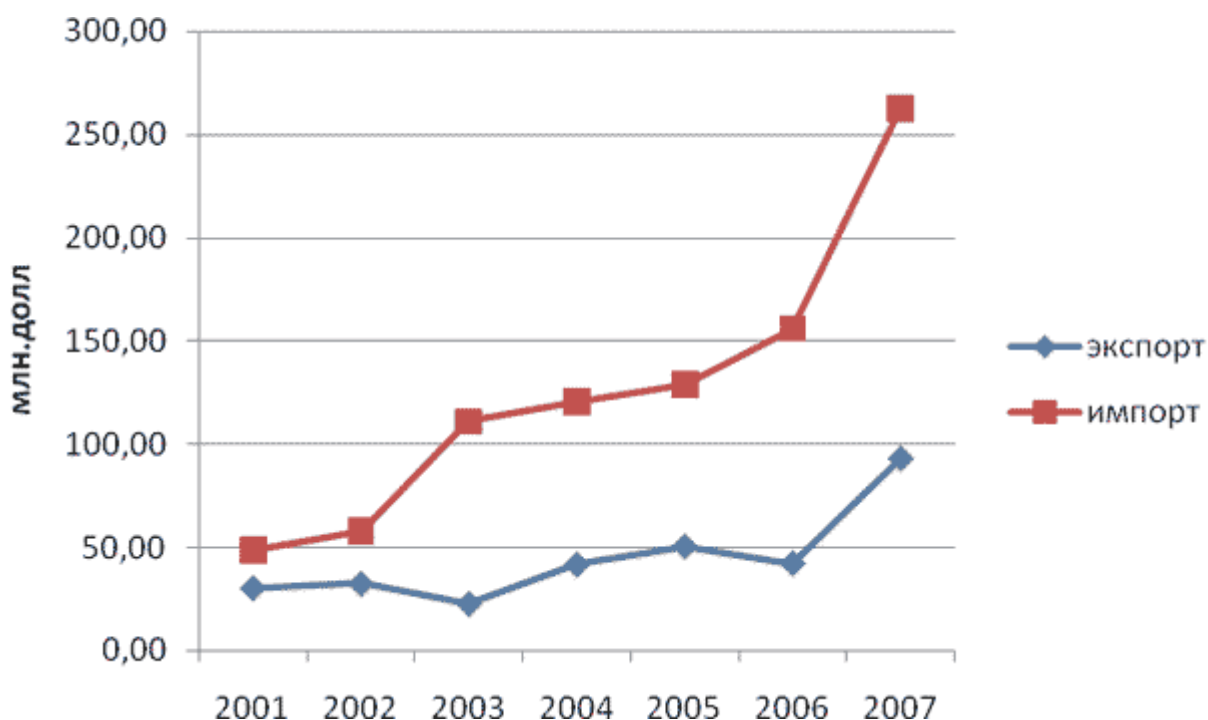


Рис. 5. Экспорт и импорт прочей печатной продукции в России, млн. долл. США

Данные таможенной статистики ТН ВЭД показывают, что за период с 2006 по 2008 годы в связи с ростом платежеспособного покупательского спроса увеличился спрос на более высококачественные издания (глянцевые журналы, изобразительную продукцию), который российская полиграфия удовлетворить не смогла вследствие недостатка производственных мощностей, отвечающих современным требованиям, что привело к более, чем двукратному росту объемов импорта печатной продукции с 445 млн. долларов США в 2006 году до 1 – 1,5 млрд. долларов США. Таким образом, у российской полиграфии есть резервы для роста в области импортозамещения высококачественной продукции. Но этому препятствует конкуренция со стороны зарубежной полиграфической базы из стран СНГ (Казахстан, Украина, Белоруссия), Польши, Китая и Прибалтики из-за более низкой себестоимости продукции и ряда других конкурентных преимуществ, которые образовались не по причине отсталости российской полиграфии, а по причине некорректно выстроенной законодательной базы в отношении налогового и таможенного регулирования национальной полиграфической промышленности. Речь идет о таможенных пошлинах и ставке НДС на высококачественные сорта бумаги и картона и на печатную продукцию.

В настоящее время работающие на российском рынке полиграфических работ иностранные поставщики имеют серьезные конкурентные преимущества перед отечественными типографиями, поскольку могут предложить цены примерно на 15 – 20 % ниже. Основная причина фактических преференций в пользу иностранных типографий и вытеснения за рубеж издателей и профильных инвесторов заключается в российской таможенной и налоговой системах, а именно:

- 1) таможенные пошлины на ввоз мелованной бумаги;
- 2) льготная ставка НДС (10 %) на ввоз полиграфической продукции не рекламного характера.

С таможенными пошлинами сложилась следующая ситуация: на мелованную бумагу начисляется пошлина в размере 15 % безо всяких льгот, а на готовую продукцию – дифференцированное начисление в зависимости от вида печатной продукции. Более 50 % от всего объема – периодические журналы – ввозятся беспошлинно; 24,5 % – картонная упаковка – облагается пошлиной в 10 %; 14,5 % – этикетка – облагается пошлиной в 5 % и только 20 % – рекламная печатная продукция – облагается 15 % пошлиной, как и бумага.

Таким образом, имеем, что мелованная бумага, как сырьевой товар для производства высококачественной печатной продукции с высокой добавленной стоимостью, приравнивается в нашей стране к готовой продукции рекламного характера и облагается равной пошлиной, что подталкивает издательства размещать заказы вне России и, соответственно, развивать зарубежную полиграфическую базу и формировать дополнительные налоговые потоки соседних государств.

Усугубляет ситуацию существование льготной ставки НДС: согласно НК РФ типографские работы подлежат обложению налогом на добавленную стоимость по ставке 18 %, но по Флорентийскому соглашению при импорте готовой печатной продукции в Россию ставка НДС составит 10 %, то есть издательство экономит 8 % от стоимости полиграфических работ. Но нужно отметить, что льготная ставка НДС не распространяется на печатные издания рекламного и эротического характера.

Становится понятно, что необходимо решить проблему с налогообложением и таможенными пошлинами с целью создания благоприятных условий для сохранения и стимулирования развития отечественной полиграфии.

3. Износ оборудования, нехватка мощностей в целом по стране (при этом существуют отдельные современные типографии – «Алмаз-пресс», «Пушкинская площадь», «МДМ - Печать» и др.).

Износ оборудования по отрасли в целом составляет 75 %. Технический уровень районной полиграфии, по выражению некоторых специалистов, сравним с типографиями, подпольно выпускавшими газету «Искра». Повысить конкурентоспособность полиграфической деятельности возможно привлечением инвестиций. Эксперты уверены, что единственный возможный путь решения проблемы - создание совместных предприятий для оснащения машин основными узлами от импортных производителей.

4. Нехватка кадров, отсутствие необходимого количества высокопрофессионального квалифицированного персонала – это еще одна проблема, тормозящая развитие отрасли. Неблагоприятный прогноз демографической ситуации в стране с 2010 года и наличие проблем в развитии системы начального и среднего профессионального образования, готовящей специалистов для отрасли, могут негативно сказаться на обеспечении отрасли трудовыми ресурсами. Единственный способ выйти из этого положения – начать готовить собственные кадры, и для этого необходимо активное сотрудничество со всеми профильными отечественными учебными заведениями, обучение за рубежом и развитие общей отраслевой базы знаний. Именно таким способом можно подготовить новую квалифицированную смену, без которой невозможно представить дальнейшее развитие отечественной полиграфии.

5. Кризисные явления в экономике ведущих промышленных стран коснулись и полиграфии. Мировой рост спроса на бумагу в 2009 году вырастет всего лишь на 1,2 % и на 1,9 % в 2010 году при докризисном росте в 2,6 % – 3 %. Прогнозируется снижение мирового спроса на печатную продукцию и бумагу до 2010 года.

В первой половине 2008 года каких-либо серьезных изменений в работе полиграфических

предприятий не отмечалось. По данным Росстата общий оборот в полиграфии по сравнению с таким же периодом 2007 года если не увеличился, то и не уменьшился. Первые симптомы негативного влияния кризиса стали явно проявляться во конце 2008, в том числе: снижение объемов производства в газетном, журнальном и книжном секторах рынка, резкое уменьшение рекламных доходов периодических изданий, приостановки новых проектов и т.п. Также произошли сокращения сменности и длительности рабочей недели, о неплатежах и росте дебиторской задолженности заказчиков и, как следствие, соответствующей задолженности перед поставщиками. Возникли проблемы с оплатой приобретенного оборудования в кредит или по лизингу, стали иметь место отказы от заказанных машин. В коммерческом секторе печати (малый и средний бизнес), кроме снижения объемов произошли ликвидации малых типографий, что подтверждалось увеличением полиграфического оборудования, выставленного на продажу на вторичном рынке.

«Очевидно, что в ближайшие год – два ситуация в стране для индустрии печати будет отнюдь не столь благоприятной, как ранее, и это потребует значительных усилий по перестройке бизнеса, – отметил Владимир Григорьев, выступая с докладом в секции «Печать и массовые коммуникации» расширенного заседания коллегии Минкомсвязи России. – Есть все основания полагать, что рынки прессы, книгоиздания и полиграфии России в 2009 – 2010 годах сократятся, но падение, скорее всего, не будет критичным. Более того, оно способно создать дополнительные возможности роста для тех компаний, которые нацелены на развитие своего бизнеса».

Заместитель руководителя агентства напомнил, что до осени 2008 года индустрия печатных СМИ, полиграфии и книгоиздания России «была динамично развивающимся сегментом экономики». Тем не менее в Агентстве по печати считают, что конец 2008 – начало 2009 года изрядно «пошатнули» издательский бизнес, и соответственно, зависимый от него и полиграфический комплекс. «Но беда в том, что самой рекламы стало много меньше, – отметил Григорьев. – Падение рекламных доходов газет в декабре – январе по Санкт-Петербургу, например, составило около 70 %. И хотя с февраля этого года ситуация стала меняться в лучшую сторону, мартовские рекламные сборы прессы в этом городе составили лишь 62,3 % от октябрьских показателей прошлого года. В наиболее трудном положении оказались ежедневные газеты, как самые трудоемкие и затратные в производстве».

Кризис также коснулся и журнального рынка России: гляцевые журналы, как и во всем мире, испытывают нехватку рекламы. В январе – феврале 2009 года глянец потерял ее до 25 %, прогноз потерь в этом году – 35 – 40 %. «Причина в том, что из России частично ушли многие крупные западные активно рекламируемые бренды, – пояснил Григорьев. – Ожидать их масштабного возвращения в текущем году не приходится». При этом «некоторые эксперты полагают, что от закрытия нескольких десятков или даже сотен журналов рынок, в целом, не пострадает, так как у российского читателя при таком журнальном разнообразии всегда будет хороший выбор».

По мнению главы Минкомсвязи Игоря Щеголева, в полиграфической промышленности России заметно негативное влияние экономического кризиса, и для ее поддержки необходимо стимулировать российских издателей переносить заказы в отечественные типографии. «Необходимо привлекать заказы на отечественную полиграфическую базу», – сказал Щеголев.

По оценке Гильдии издателей периодической печати, с осени 2008 года на 30 – 40 % снизился объем заказов полиграфической продукции в регионах, объем рекламы в СМИ упал на 25 – 30 %, на 10 – 15 % произошло общее снижение продаж тиражей печатной прессы. Также произошло сокращение штата изданий до 30 %.

Как сообщила директор департамента государственной политики в области СМИ Минкомсвязи

РФ Екатерина Ларина, «в связи с кризисом произошло снижение качества СМИ в целом». «Кризис сказался на техническом исполнении, на содержании, в связи с сокращением штата сотрудников увеличилась нагрузка на журналистов, – сказала она. – Многие СМИ вынуждены рассматривать так называемую скрытую рекламу, как источник дохода». «Произошло существенное падение заказов на полиграфические работы – порядка 40 %», – подчеркнула Ларина, отметив, что «полиграфия является стратегической отраслью, которую важно сохранить».

Также мировой кризис оказал влияние и на рекламный рынок, что подтверждается данным Ассоциации коммуникационных агентств России (АКАР): объем отечественного рекламного рынка по итогам первого квартала 2009 года упал на 29 % (с 58 – 59 млрд. до 41,5 – 42,5 млрд. рублей), при этом в сегменте печатной прессы – на 42 %, а в сети Интернет потерял лишь 15 %.

Снижение продаж и резкий отток рекламных средств неминуемо привели к падению доходов печатных СМИ. Согласно прогнозу компании PricewaterhouseCoopers «Всемирная индустрия развлечений и медиа 2009 – 2013» («Global Entertainment and Media Outlook 2009 – 2013»), в текущем году глобальный медийный рынок упадет на 11,5 %. Российские печатные СМИ будут терять выручку еще быстрее – в этом году они заработают на 18 % меньше, чем в прошлом (журналы – 1,35 млрд. долларов против 1,65 млрд. долларов, газеты – 466 млн. долларов против 565 млн. долларов). Авторы доклада при этом прямо говорят: на потери в равной степени влияет как кризис, так и отток читательской аудитории в интернет, что подтверждается данными опроса среди руководителей газетно-журнальных типографий, проведенного Аналитическим центром полиграфии: у 20 % компаний этого направления за год загрузка упала вдвое, и лишь 40 % пока не ощутили на себе дыхания кризиса. Среди популярных мер, предпринимаемых руководством, чтобы остаться на плаву – переход на дешевые расходные материалы, максимально возможные скидки клиентам и сокращение затрат на персонал. 35 % типографий готовы в кризис работать без прибыли, лишь бы не пришлось останавливать производственные мощности.

Схожими темпами теряют в доходах и промышленные группы, занимающиеся производством бумаги для газет и журналов. По данным CEPIPRINT, Европейской ассоциации производителей газетной бумаги, объединяющей больше полусотни крупнейших компаний в отрасли, в первом квартале спрос на газетную бумагу в Европе упал на 15,6 % и достиг 537 тыс. тонн.

Хуже обстоят дела на рынке бумаги мелованной. CEPIFINE, Европейская ассоциация производителей высокосортных бумаг, констатирует, что продажи ее продукции в первом квартале 2009-го сократились на 27,3 %.

Американцам и канадцам проблемы европейцев тоже близки и понятны – в Северной Америке продажи газетной бумаги упали на 44 %, и это самое серьезное снижение со времен Великой депрессии. Промышленники, которым негде хранить складские остатки, идут на небывалые уступки и готовы предоставлять издателям существенные скидки, но и это не спасает производственные мощности от простоя.

Российская целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП), как и мировой рынок производителей бумаги, также находится в состоянии кризиса: спрос на продукцию продолжает сокращаться, цены снижаются, производства закрываются. Хотя российская ЦБП, значительная часть продукции которой поступает на емкий внутренний рынок, ощутила влияние мирового кризиса намного позже. Именно поэтому отечественная бумажная промышленность закончила 2008 год с неплохими результатами – индекс целлюлозно-бумажного производства, издательской и полиграфической деятельности по сравнению с 2007-м составил 100,8 %. Но уже в декабре 2008 года было отмечена резко отрицательная тенденция: объем производства по сравнению с декабрем 2007 года снизился почти на 16 %.

В январе – феврале 2009 года тенденция усилилась – спрос на внутреннем рынке, ставшем в последние полгода основным для отечественных производителей, упал на все виды продукции еще на 10 – 20 %, цены снизились на 25 – 30 %. По прогнозам РАО «Бумпром», в 2009 году целлюлозно-бумажную промышленность России ожидает снижение производства приблизительно на 12 %, а само производство может стать убыточным.

6. Отсутствие централизованной и последовательной государственной поддержки полиграфии в целом, которая нуждается в четкой программе государственной политики в области льготного налогообложения и таможенного регулирования импорта оборудования и материалов, необходимых для отечественной полиграфии. Не последнее место в развитии полиграфии играет и разумное кредитование предприятий полиграфической деятельности с целью обеспечения доступности финансовых ресурсов для их интенсивного развития. Также негативное влияние на инвестиционный климат в полиграфической индустрии оказывают ряд взаимосвязанных причин: рост евро, высокие цены на бумагу и демпинг зарубежных типографий.

Становится ясно, что необходима систематизированная и постоянная государственная программа, направленная на поддержку отечественной полиграфии, которая сделает полиграфическую деятельность более интересной для серьезных инвестиций со стороны финансовых институтов, улучшит инвестиционный климат и повысит инвестиционную привлекательность полиграфического вида деятельности, стимулируя инвесторов вкладывать средства в строительство и развитие отечественных полиграфических предприятий для полного удовлетворения потребностей российского рынка.

1. Индекс производства – показатель, характеризующий изменение в сравниваемых периодах объемов производства продукции, создаваемой определенным видом деятельности, в натурально-вещественном выражении.
2. Мониторинг, выполненный Управлением периодической печати, книгоиздания и полиграфии в 2007 году и уточненный в 2008 году, охватывает традиционные типографии, использующие классические способы печати, а также как дополнение к основному оборудованию, некоторые виды

«ЗАСАДА НА ДЕНЬГИ» ИЛИ ЭКОНОФИЗИКА

Куперин Юрий Александрович

Хотелось бы поговорить о главном и глубоко скрытом в бизнесе, экономике, финансах и, если угодно, деньгах ингредиенте – времени. И не потому, что попытаюсь увлечь читателя расшифровкой общеизвестной банальности: «время – это деньги». Хотя, следует заметить, все «знают» – это клише, да мало кто понимает его и ещё меньше тех, кто его использует.

Но вернёмся к названию: *деньги* – это что? Кто в засаде? Причём здесь странный гибрид – экономика & физика, то есть эконофизика?

Про деньги вообще – скучно и безадресно. Тем, кто видит деньги, получая их в виде зарплаты в кассе, и прекращает видеть их перед следующей выплатой, про деньги знать ничего не нужно (разве что вспоминать последнюю часть марксовской триады «товар – деньги – товар»).

Те, кто профессионально связан с деньгами, и так про них всё знают: их учили на экономических факультетах или в школах бизнеса. Гораздо интереснее поговорить о денежных или в более широком аспекте финансовых рынках, а точнее об их динамике.

Вот здесь и возникает феномен времени: раз динамика, значит неизбежно и *время*. Но об этом чуть позже. А кто же сидит у нас в засаде? Конечно, профессионалы, которые «всё знают». И что важно – сидят они в засаде, как правило, не на свои деньги, а на деньги клиентов или даже всего рынка.

Вот здесь-то и открывается, как сегодня принято говорить, «цена вопроса». Из-за пресловутой глобализации мировой экономики и, в частности, финансовых рынков ежедневные обороты любого из секторов рынка – фондового, валютного, кредитного – превышают триллионы долларов. Ясно, что есть ради чего тратить интеллектуальные усилия и работать по четырнадцать часов в сутки («сидеть в засаде»).

Нетрудно догадаться, что в засаду хотели бы попасть не только профессиональные экономисты и финансовые менеджеры, но и все те, кто смог бы хоть что-нибудь заработать из этих триллионов. Очевидно, что математики, то есть люди, способные извлекать знания из рыночных данных и строить модели, уже более ста лет работают на финансистов. Пришли они в эту область с тем, что умели (то есть с математической статистикой, теорией вероятностей и вообще со стохастической математикой), а также с традицией для математики отвечать на вопрос «как?».

Как статистически обработать данные? Как построить модели, описывающие ценообразование активов? Как оценить риски и прибыль от инвестиций? И прочие важные для практиков вопросы а la «как?».

Довольно долго то, что предлагали математики, устраивало и финансовых теоретиков, и практиков рынка. Однако в 70-е и последующие годы прошлого века, когда на многих мировых рынках (в том числе и на финансовых) было снято государственное регулирование, а соответствующие активы отпущены в «свободное плавание», динамика практически всех рынков довольно быстро и кардинально изменилась. Трудностей добавила и глобализация, связанная с бурным развитием Сети.

Динамика стала более быстрой (сменился масштаб времени и, как следствие, горизонты

инвесторов), рынки стали более рискованными, появилась масса новых финансовых инструментов, которых не было раньше. В этих условиях потребовались *новые идеи* для построения моделей, отличных от тех, которые наработали математики за последние 100 лет.

Кроме того, за последние 10 – 15 лет были накоплены данные о проверке соответствия традиционных математических моделей реальностям рынков. Результаты этой проверки оказались плачевными, и на разработанный математиками метод (формализм) обрушилась серьёзная критика.

Сначала со стороны финансистов-практиков, а затем и финансистов-теоретиков. Иными словами, всё было подготовлено для прихода в область анализа финансовых рынков людей с новой методологией и новыми взглядами на вещи. И самое главное – для построения новой теории, удовлетворяющей запросам практиков (а для них главный критерий истины – это доход), нужно было уже задавать вопросы «почему?», а не только «как?».

Почему многие финансовые активы не описываются нормальным распределением, и какую пользу (доход) можно из этого знания извлечь? Почему рынки содержат память об исторических данных, и как это можно смоделировать, рассчитать, использовать на практике? Почему денежные потоки порождают арбитраж и, как следствие, позволяют получать доходность выше доходности рынка? И прочие, и прочие важные «почему?».

Известно, что любимый вопрос физиков – это именно вопрос «почему?». Так физики оказались (были приняты финансистами-практиками) в «засаде на деньги». И физики вторглись в область финансов не с пустыми руками: они пришли с теми моделями и той методологией, которые столетиями развивали (и крайне успешно!) для описания и моделирования, если угодно, Богом данных сложных систем. И, конечно, они пришли не с «пугалом» третьего закона Ньютона!

Какие же «побрякушки» они прихватили из своей «избушки» для атаки на финансовые рынки? Всё то, что было создано ими в XX веке при изучении сложных систем: нелинейную динамику и теорию хаоса, фрактальный и мультифрактальный анализ, теорию самоорганизации (синергетику), методы неравновесной статистической физики, теорию критических явлений, искусственные нейронные сети, клеточные автоматы и многое другое.

Довольно быстро, лет за 10 – 15, освоившись в новой среде, физики создали новую науку, которая носит вполне устоявшееся название «эконофизика» и включает вышеупомянутые методы анализа и моделирования новой глобализованной и информационно функционирующей рыночной динамики. Не останавливаясь на конкретных достижениях эконофизики, можно сказать, что эта наука нацелена на реализацию неравновесной парадигмы рынков, то есть на моделирование, компьютерное симулирование и оптимизацию сложных экономических и финансовых систем. Ну а как всё это было воспринято финансистами?

Академические теоретики в области математического моделирования и экономисты традиционной школы, разумеется, восприняли появление физиков на «своём поле» крайне болезненно и ревниво. Удивляться не приходится: переучиваться всегда сложно, а в данной ситуации, как это часто бывает с изучением методов физики нефизиками, и просто невозможно. Но это ещё полбеды. В конце концов, у вас свой монастырь, а у нас свой.

Беда пришла от финансистов-практиков и в первую очередь со стороны управляющих крупными финансовыми институтами. Будучи, как было сказано, людьми крайне прагматичными и, осознав, что эконофизические методы дают им больший доход с меньшими рисками, да ещё и снабжают более глубоким пониманием динамики развития многочисленных процессов в реальном трейдинге и менеджменте, они стали увольнять из своих аналитических отделов экономистов традиционной школы и набирать туда физиков (они называют их *rocket scientists*,

поскольку многие физики пришли в финансовую сферу из оборонной промышленности). Этот болезненный, но оздоравливающий процесс, конечно, набирает силу и в первую очередь в США и отчасти в Европе.

Россия, как всегда, запаздывает как в освоении новых технологий, так и в подготовке соответствующих специалистов. Вместе с тем в лучших российских университетах (например, в Санкт-Петербургском государственном университете) на физических факультетах в течение последних трёх лет читаются курсы по эконофизике. Это вселяет надежду на то, что молодые люди в России освоят смену парадигм в области экономики и финансов и привнесут на быстро развивающиеся российские рынки новые идеи, новое мировоззрение и новые технологии управления капиталом.

Они сменяют тех, кто давно уснул в традиционной «засаде на деньги».

РЫНОК ОТКРЫВАЕТ СВОИ СЕКРЕТЫ, НО НЕ ВСЕМ

Куперин Юрий Александрович
Минин Алексей
Счастливец Роман Романович

В этой статье мы попытаемся рассказать читателям журнала о современных подходах к прогнозированию динамики фондовых рынков. Мы также намерены показать, что эти методы работают на реальных данных и не являются «научной заумью», к которой не следует относиться серьезно. Все приведенные в данной статье технологии тестировались на фондовом рынке России. Однако весьма похожие результаты получаются, например, для фондового рынка США. Целью статьи не является навязывание наших взглядов на то, на какой основе следует принимать инвестиционные решения (можно, вообще говоря, и на основании астрологических прогнозов). Мы лишь хотим привлечь внимание к тому, что рынки можно, а теперь уже и нужно, прогнозировать количественно, со статистической оценкой достоверности и объяснением, почему прогноз такой, а не иной. Казалось бы, необходимость прогнозирования вообще напрямую следует из определения самого смысла инвестиций. Ведь инвестирование – это желание расстаться с деньгами сейчас с тем, чтобы получить их с прибылью в будущем. Но тогда это будущее надо в каком-то смысле прогнозировать количественно, а не качественно, иначе прибыль может превратиться в убытки. Практикующие инвесторы это прекрасно понимают, а аналитики традиционной школы, вооруженные техническим и фундаментальным анализом, дают им дельные советы. Иногда, наиболее «продвинутые» из этих аналитиков предлагают инвестировать в оптимальные портфели, а ля Марковица, Шарпа и тому подобное. И вроде бы все это работает, по крайней мере, на российском рынке, и приносит неплохую прибыль. Зачем тогда все эти современные количественные методы прогноза и, основанные на них, инвестиционные стратегии? Ответ, как ни странно, такой. До последнего времени, скажем, до осени 2007, российский рынок на протяжении нескольких предыдущих лет рос с такой скоростью, что этот рост *маскировал* тот факт, что и технический анализ и фундаментальный анализ вместе с оптимальными портфелями, на самом деле, на российском рынке работают плохо, а на рынке США не работают вовсе. А скрывало этот факт то, что при том росте фондового рынка России, который наблюдался до последнего времени, не нужны были никакие методы и стратегии. Следуй себе стратегии «купи и держи» на голубых фишках, и 80 – 100 % годовых тебе обеспечено. Сейчас это уже не так и профессионалам приходится задумываться о каких-то новых подходах к анализу и трейдингу, которые могут приносить приемлемую прибыль, и не только на быстро растущих рынках.

Почему не работают традиционные подходы

Одной из главных причин, по которым mainstream экономической науки – «Economics» – практически бессильна, является нежелание экономистов согласовывать экономические теории с реальными данными. Это же отмечается и в недавно нашумевшем бестселлере: *Steve Keen, Debunking Economics: A Naked Emperor of the Social Sciences*, Zed Books, 2002. Это справедливо как для российской экономической мысли, так и для подавляющего большинства западных экономистов. Не удивительно, что в этом же ключе происходит обучение студентов на профильных факультетах, как в России, так и за рубежом. И никакая математизация экономической науки ничему не поможет (и не помогла за последние 100 лет), если придерживаться парадигмы: «если теория не согласуется с фактами, то тем хуже для фактов».

Именно это обстоятельство является главным вызовом современной экономической науке и ее практическим применениям. Всегда можно построить теорию со сколь угодно изощренным математическим аппаратом, которая не будет иметь никакого отношения к действительности. «Количественные аналитики» или «кванты», пришедшие в область финансов из естественных наук – в основном из физики – всегда исповедовали иную и весьма плодотворную парадигму: *«если теория не согласуется с фактами, то либо теорию следует строить заново, а если это не получается, то надо выбрасывать такую теорию в мусорную корзину»*. Именно такой безжалостности физиков и инженеров к негодным с точки зрения практики теориям мы обязаны сегодня тем, что пишем эту статью на компьютере, а не гусиным пером при свечах. Эту же ключевую парадигму унаследовала и новая наука – теория сложных систем и ее приложение к экономике – эконофизика.

Как известно, к настоящему времени в мире накоплено огромное количество экономических данных, которые игнорируют экономисты. Отчасти это делается сознательно, а отчасти и потому, что для анализа терабайт информации необходимы не качественные, а новые количественные методы, которыми большинство экономистов не владеют. А если и владеют, то используемые ими методы таковы, что с их помощью извлекать полезные знания из этих терабайт информации уже не возможно. И это – вторая главная причина, по которой старый, в основном стохастический аппарат, не работает на современных рынках. Рынки сегодня сильно неравновесны, не стационарны и нелинейны. Смоделировать все это, пользуясь только стохастическими процессами – бесполезный труд. А вместе с тем, почти все величественное здание экономической науки базируется именно на такого типа процессах – математической формулировке знаменитой «гипотезы эффективного рынка». Если отказаться от этой основы, то рухнет все здание, что, разумеется, никак не устраивает экономистов и аналитиков традиционной школы. Причем не устраивает до такой степени, что они закрыли свои журналы для публикации «подрывных» статей эконофизиков. Поэтому анализом эмпирических данных новыми методами и построением адекватных этим данным количественных моделей приходится заниматься специалистам в теории сложных систем или эконофизикам. Такой подход к экономике, финансам и бизнесу оказался очень плодотворным и поэтому быстро набирает популярность на Западе, а в последнее время, и в России.

Как управляют сложностью в экономике и финансах

В этом разделе, который читатель, заинтересованный только в результатах, может пропустить, рассказывается о том, что же такое современные подходы к анализу рынков и какой от них может быть прок. Начнем с того, что ключевые концепции традиционных моделей управления капиталом и традиционные аналитические методы анализа финансовых рынков все чаще и чаще наталкиваются на проблемы, не имеющие эффективного решения в рамках устоявшихся экономических парадигм. Это неудивительно, ведь традиционные подходы были разработаны для описания относительно устойчивого, медленно эволюционирующего и не радикально изменяющегося мира, мира – который не сильно отклоняется от состояния равновесия. По самой своей сути эти методы и подходы не были предназначены для описания и моделирования быстрых изменений, «непредсказуемых» скачков и сложных взаимодействий отдельных составляющих современного рыночного процесса.

За последние 10 – 15 лет стало понятно, что изменения в финансовом мире происходят настолько быстро, а их проявления бывают настолько неожиданными, что для их анализа и прогнозирования нужны новые подходы. Синтез новых подходов, берущих свое начало в различных областях человеческих знаний, стал насущной практической необходимостью. Этот синтез и был осуществлен в рамках успешно развивающейся в настоящее время

междисциплинарной науки – теории сложности и ее приложению в экономике – эконофизике. Всемирная эконофизика представлена на сайтах www.unifr.ch/econophysics/ и arxiv.org.

Теория сложности изучает динамические процессы в необратимых многокомпонентных интерактивных адаптивных системах. В частности, экономику теория сложности рассматривает как сложную систему – систему, которая больше, чем сумма ее частей. Эта новая наука рассматривает причины и механизмы возникновения новых режимов и структур, изучает характерные масштабы и скорости процессов, предсказывает вероятные изменения системы и указывает на то, как можно было бы управлять неожиданными динамическими режимами, возникающими в сложных системах. Законы, управляющие сложными системами, коренным образом отличаются от тех, по которым функционируют равновесные системы, и которые являются основой традиционных методов анализа финансовых рынков. Поэтому именно эконофизика со своим, привнесенным из теоретической физики, богатым арсеналом методов и алгоритмов может стать, по мнению профессионалов, мощным инструментом для анализа сложных неравновесных динамических процессов, характерных для современных финансовых рынков.

В теории сложности исследуются, главным образом, нелинейные системы с обратной связью, когда информация с выхода системы подается на вход и становится следующим набором входных данных. Безусловно, финансовые рынки нельзя автоматически отнести к таким системам, однако рынки демонстрируют много характерных свойств нелинейных систем с обратной связью. Последние годы ознаменовались повышенным интересом к поиску нелинейных моделей, которые могли бы адекватно воспроизводить сложные финансовые динамические процессы, поскольку уже стало ясно, что линейный подход к анализу финансовых рынков не позволяет смоделировать сильно нерегулярное поведение, характерное для большинства финансовых активов. Существует несколько конкурирующих подходов, использующих идею нелинейности. Традиционные модели являются стохастическими (ARCH, GARCH и их модификации). Однако ограничения, которые традиционно используются при построении стохастической модели, по сути дела, уничтожает ту уникальную внутреннюю «сложность» которая присуща рассматриваемому динамическому процессу. Без нее же этот процесс становится безликим представителем абстрактных финансовых данных и поэтому бесполезен.

В связи с этим, в последнее время интенсивно развивается альтернативный подход к анализу нелинейностей, а именно подход, базирующийся на теории динамического хаоса, которая предлагает хоть сколь ни будь внятное объяснение иррегулярному поведению и аномалиям в сложных системах, которые, не являясь по своей природе стохастическими, ведут себя похожим образом. Теория хаоса предлагает совершенно новые концепции и алгоритмы для анализа финансовых временных рядов, которые могут привести к более глубокому пониманию финансовых процессов. Теория динамического хаоса вводит в традиционный язык финансовых аналитиков такие новые в этой сфере понятия как фазовое пространство, аттрактор, ляпуновские экспоненты, горизонт предсказания, бифуркации и катастрофы. Другим мощным подходом к анализу и прогнозу стал фрактальный и мультифрактальный анализ со своими понятиями и терминами: энтропии и размерности, фрактальные статистики и скейлинг, степенные вероятностные распределения. Радости от изучения этого «зверинца» для традиционных экономистов и аналитиков мало, но изучать приходится (или придется), поскольку нужно выигрывать в конкурентной борьбе на рынках. Это сложно, но, с другой стороны, что можно выиграть у рынка с помощью «технического анализа», которому обучают на каждом углу за три недели?

При анализе и предсказании сложных финансовых систем в настоящее время уже не обойтись и без таких инструментов из области искусственного интеллекта, как нейронные сети,

генетические алгоритмы и нечеткая логика. Все это уже стало конкурентоспособными подходами при решении задач прогнозирования, классификации и моделирования финансовых временных рядов, а также при решении задач оптимизации в области инвестиций и управления рисками.

Нельзя, наконец, не упомянуть тот прискорбный факт, что вокруг серьезной и глубокой науки, как всегда, собирается гало из популяризаторов, безграмотных интерпретаторов, а то и просто патологов от науки. Они очень быстро публикуют книжки, а на самом деле, макулатуру с интригующими названиями, в которых все ценное исковеркано до неузнаваемости и в которых, на основе применения этих карикатур на науку, обещают золотые горы всем и каждому. И профессионалам и тем, кто только вчера купил за несколько долларов брошюру с названием типа «Как взломать Wall Street». Вред от чтения подобной макулатуры, иногда написанной с тонким пониманием психологии читателя, трудно переоценить.

В этой статье мы остановимся лишь на двух аспектах применения теории сложных систем в анализе финансовых рынков: методах мультифрактального прогнозирования и прогнозировании, основанном на новом типе нейронных сетей – нейронных облаках.

Прогнозы больших рыночных движений и крахов

В этом разделе мы будем придерживаться следующего плана изложения. Сначала мы объясняем метод прогнозирования, основанный на мультифрактальном характере финансовых временных рядов. Объектами прогнозирования могут быть любые данные, которые имеют мультифрактальную структуру (электроэнцефалограммы мозга, сейсмические данные, данные по геомагнитным бурям и т.д.). Но здесь нас будут интересовать ценовые котировки нескольких голубых фишек российского фондового рынка. Мы объясним полученные результаты прогноза и затем перейдем к технологии прогнозирования тех же финансовых временных рядов методом нейронных облаков и объясним результаты прогнозов этим методом. После чего сравним оба примененных подхода и сделаем выводы, представляющие, на наш взгляд, интерес для игроков рынка, инвестировавших именно в эти финансовые инструменты.

Все, что касается мультифрактального прогнозирования, аккуратно и строго изложено, например, в нашей статье – Yu.A. Kuperin, R.R. Schastlivtsev, «Modified Holder Exponents Approach to Prediction of the USA Stock Market Critical Points and Crashes». Эту статью можно скачать бесплатно из архива arxiv.org. Но это только для тех, кто решительно настроился разобраться во всей этой чертовщине до конца (не важно с какой целью). Для более умеренных читателей, которым важнее понять результаты, а не то, как это было сделано, ниже мы приведем, насколько нам это удастся, краткое описание терминов и технологии без формул и утомительных деталей.

Начнем с понятия масштабного преобразования или, для краткости, скейлинга. Возьмем какой-нибудь объект, например, график приращений ценовых котировок и растянем его по оси времени в несколько раз. Затем по оси цен, сожмем этот график в некоторое, вычисляемое в зависимости от растяжения, количество раз. Тогда, преобразованный таким образом временной ряд, может оказаться «статистически таким же», как тот, с которого мы начали. «Статистически таким же» означает следующее. Среднее по выборке от исходного ряда приращений и среднее по выборке от преобразованных приращений должны совпасть. Должны совпасть также и среднеквадратичные отклонения для этих двух временных рядов. Если подобное наблюдается, то такой объект называют статистически самоаффинным или статистическим фракталом.

Здесь сразу же возникает масса вопросов, на которые, впрочем, есть ответы. Главный вопрос – наблюдается ли это свойство для реальных ценовых данных? Да, наблюдается, и обнаружил это впервые лет сорок тому назад знаменитый математик Б. Мандельброт для цен на хлопок. За прошедшее время такой же проверке подверглись, почти все финансовые и экономические временные ряды, и оказалось, что все они являются статистически самоаффинными. Например, на *рис. 1* представлены котировки для валютной пары GBP/USD для различных временных масштабов. Графики, конечно, не совпадают, но визуально весьма похожи. Читатель, закрыв подпись под *рис. 1*, может попробовать определить «на глаз» временную нарезку временного ряда GBP/USD на представленных трех панелях. Мы уверены, что не определит. Количественное же исследование показало, что все три выборки, представленные на этих трех панелях, мультифрактальны и статистически одинаковы в описанном выше смысле.

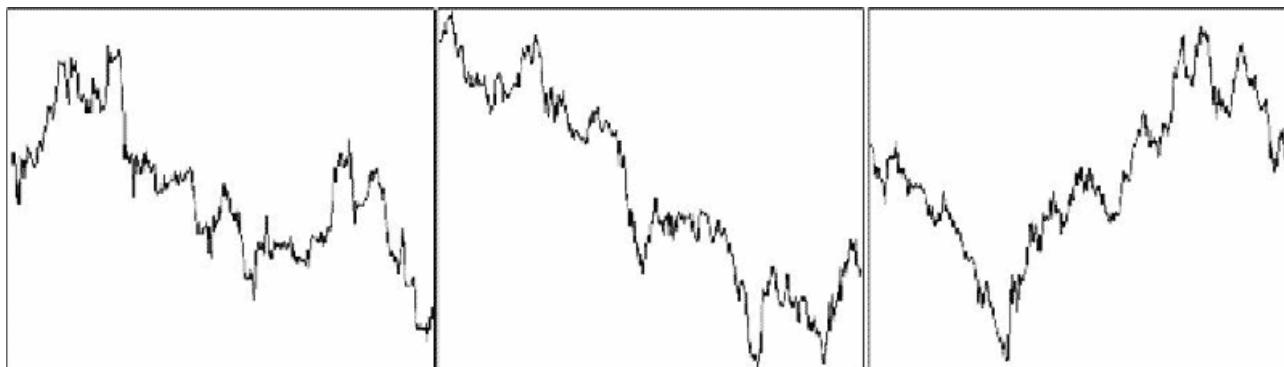


Рис. 1. Левая панель – 2-х часовые котировки пары GBP/USD. Средняя панель – недельные котировки пары GBP/USD. Правая панель – месячные котировки пары GBP/USD

Конечно, остаются и другие вопросы: насколько большую выборку надо брать, зависит ли коэффициент сжатия по оси цен от временного интервала, на котором взята выборка? Но и на эти вопросы были получены ответы. Если коэффициенты скейлинга (растяжение по времени и сжатие по ценам) одинаковы для всей выборки, то мы имеем дело с однородным по времени фракталом или, как говорят, с *монофракталом*. Если же скейлинг зависит от времени, то есть неоднородный, то мы имеем дело с тем, что называют *мультифракталом* (неоднородная смесь фракталов с различными скейлингами).

Ну хорошо, пусть это так и есть. Какой от всего этого прок для инвесторов? В самом простом случае, когда ценовой ряд актива – монофрактал, достаточно перевести все, что написано выше на понятный язык: среднее по выборке от приращений цен – это ожидаемая абсолютная доходность по инвестициям в финансовый актив за выбранный период времени. Среднеквадратичное отклонение от приращений цен – это риск, связанный с инвестициями в финансовый актив за выбранный интервал времени. Но тогда, можно увеличивать или уменьшать инвестиционные горизонты, пересчитывая правильным образом ценовой диапазон и иметь при этом ту же самую среднюю доходность при том же самом риске. Это знание, мало известное экономистам и аналитикам, сильно расширяет возможности инвестора при построении торговых стратегий.

Если мы хотим инвестировать в какой-то актив, то свойство мультифрактальности открывает возможность прогнозировать большие колебания в ценах или предсказывать крахи для выбранного актива или для всего рынка в целом (на основе анализа биржевых индексов). Проверить свойство мультифрактальности того или иного актива достаточно просто, если воспользоваться, например, свободно распространяемым программным продуктом FracLab. Но для того, чтобы на этой основе построить предиктор, пришлось опереться на гипотезу фрактального рынка, предложенную Э. Петерсом. Не вдаваясь в детали, суть гипотезы такова. Мультифрактальность активов есть следствие широкого спектра инвестиционных горизонтов игроков рынка. Количественно это выражается в низком значении специального *прогнозного*

индикатора. Перед большими движениями актива или рынка в целом, сначала крупные игроки, а за ними и мелкие инвесторы, резко сужают спектр инвестиционных горизонтов, что приводит к более «гладкому» поведению ценовых временных рядов. Это, в свою очередь, приводит к резкому росту прогнозного индикатора, который чувствителен к изменению гладкости временных рядов. На основе этой гипотезы и был разработан специальный *прогнозный индикатор*, который однозначно вычисляется по историческим хроникам ценового временного ряда. Вычисления проводятся по небольшому количеству прошлых отсчетов временного ряда – *окно индикатора* – и так, чтобы в это окно не попадали значения из будущего. По ценовым отсчетам, попавшим в окно индикатора, вычисляются так называемая *сигнальная линия* и ее *высота*. Последняя есть выборочное среднее от прогнозного индикатора плюс несколько стандартных отклонений.

Если проделать все эти вычисления, то технология прогноза состоит в следующем. Если *прогнозный индикатор* резко возрастает и пересекает *сигнальную линию* снизу вверх, то это событие интерпретируется как сигнал того, что через некоторое время после наступления сигнала цены актива или биржевого индекса резко пойдут вверх или вниз. Появление сигнала зависит, разумеется, от выбранного актива и высоты сигнальной линии, но, что важно, происходит заблаговременно до резкого изменения динамики актива или рынка в целом. Это позволяет инвесторам принимать те или иные решения: укорачивать инвестиционные горизонты, открывать или закрывать рыночные позиции или просто фиксировать прибыль. Если с помощью описанной технологии постоянно мониторить рынок, то решения можно принимать в режиме online. Наконец, если добавить к этой технологии «нечто», что позволяло бы определять направление резких изменений активов или рынка, то на этой основе можно строить весьма прибыльные автоматизированные торговые стратегии. Мы, например, в качестве этого «нечто», использовали индикаторы RSI и VIX или опционную синтетику типа Straddle. Техника работы с опционами начинает входить в практический арсенал российских «квантов», поскольку российский рынок опционов быстро растет и уже накоплены данные, необходимые для анализа.

Методом мультифрактального прогнозирования мы протестировали данные по трем российским компаниям – «Газпром», «Сбербанк» и «Уралсвязьинформ». Целью было предсказать с помощью *прогнозного индикатора* большие движения в ценах акций этих компаний. Результаты прогнозов представлены на *рис. 2, 3, 4*. Прежде, чем переходить к анализу и интерпретации полученных прогнозов, следует оговориться, что метод мультифрактального прогноза, являясь детерминированным по существу, все же должен оцениваться уровнем статистической значимости прогнозов. Это попросту означает, что не все сигналы являются точными. Есть среди сигналов и «ложные», после которых на рынке или в ценах актива ничего заметного не происходит. Ценность метода тогда определяется тем, каково процентное отношение точных сигналов по отношению к ложным. В нашей статье, упомянутой в начале этого раздела, мы протестировали наш метод, на всех кризисах фондового рынка США используя индекс DJIA начиная с 1928 года (всего – около 40 кризисов). Этот эксперимент показал, что уровень статистической значимости мультифрактальных прогнозов варьируется от одного периода времени к другому, но все же остается выше 80 %.

Вторая методика прогнозов, о которой мы обещали рассказать в статье – это методика так называемых *нейронных облаков*. Суть данной методики состоит в построении некоторого адаптивного алгоритма, который может отличить «нормальное» поведение некоторого временного ряда (например, поведение цены некоторого актива во времени), от «не нормального». Что же считать нормальным поведением? Под нормальным поведением некоторого актива мы будем понимать такое поведение, при котором прогнозы, которые сделаны при помощи какого либо из методов (будь то прогнозы, полученные техническим анализом, или прогнозы, полученные при помощи различных изоциранных программ

основанных на искусственном интеллекте) сбываются с высокой степенью достоверности. Соответственно, под не нормальным поведением мы будем понимать поведение актива, когда прогнозы не сбываются в указанном выше смысле, а игроки, торгующие на прогнозах, теряют деньги. Это, в свою очередь, согласно нашей гипотезе, означает, что некоторые крупные игроки ведут «тайную игру» или так называемую игру на инсайдерской информации, которая не доступна всем участникам рынка. Как же работает это самое нейронное облако? Для начала, пользователь должен выбирать те участки временного ряда (например, цены акции), которые, как он считает, соответствует нормальному поведению. Из этих участков строятся так называемые состояния рынка. Делается это по некоторой вполне математически обоснованной методике. Построенные состояния будут принадлежать, вообще говоря, некоторому многомерному пространству. После этого, все построенные состояния должны быть «обведены» некоторой поверхностью. Причем, таким образом, чтобы полученная поверхность огибала все нормальные состояния системы. Эта поверхность и называется нейронным облаком. Процесс построения данного облака не сводится, конечно, к графической процедуре. Процесс самоорганизованного построения этой поверхности достигается обучением нейронного облака. Основная концепция, на которой базируется данный метод, сводится к следующему: если новое полученное состояние соответствует нормальному состоянию системы, то оно будет находиться внутри нейронного облака, если же новое полученное состояние системы является не нормальным, то оно будет находиться вне нейронного облака. Степень близости нового состояния к поверхности облака и есть индикатор для принятия решения о том, с каким поведением мы имеем дело. Иными словами, чем дальше полученное новое значение данных отстоит от границы нейронного облака, тем вероятнее, что изучаемая система (в нашем случае – это поведение цены акции), демонстрирует не нормальное поведение. Подробнее про этот метод, желающие докопаться до последней детали, смогут прочитать, например, в статье Yu. Kuperin, A. Minin, A. Mekler, B. Lang, I. Mokhov, I. Lyapakina, «Neural Clouds for Monitoring of Complex Systems», *Journal of Optical Memory & Neural Networks* (September 2008).

В результате экспериментов с нейронными облаками для акций Сбербанка, оказалось, что нейронные облака показывают не нормальное поведение вблизи сигналов мультифрактального прогнозного индикатора (см. рис. 2 – 5), но не всегда. Это позволяет судить о том, что иногда причиной возникновения кризиса является естественная ситуация на рынке, а иногда эта ситуация искусственно создается. Для детектирования влияния инсайдерской информации на динамику активов и разработан метод нейронных облаков.

Ниже мы приводим результаты мультифрактальных прогнозов для «Газпрома», «Сбербанка» и «Уралсвязьинформа» и результат прогнозов для «Сбербанка» полученных с помощью обученных нейронных облаков. Результаты представлены рис. 2 – 5. Под каждым рисунком даем подробную расшифровку спрогнозированных сигналов и последствий.

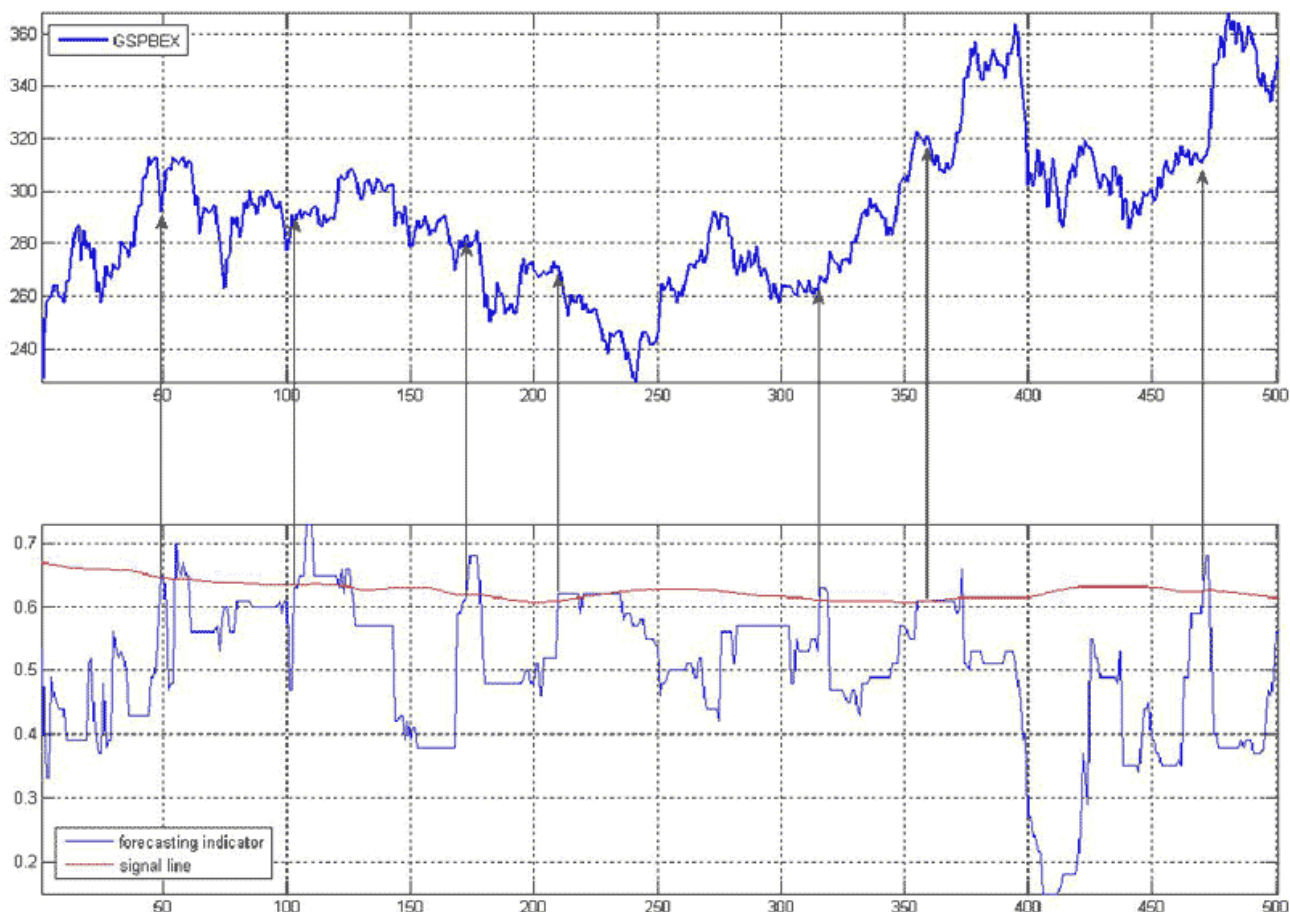


Рис. 2. Мультифрактальный прогноз ценовых движений акций «Газпрома». Верхняя панель – изменение цены акций во времени – дневная нарезка. Нижняя панель – поведение во времени прогнозного индикатора (синяя кривая) и поведение сигнальной линии (красная кривая). От точек пересечения прогнозного индикатора с сигнальной линией вверх проведены стрелки, которые на графике цен указывают на дату прогноза. Подробная интерпретация сигналов и прогнозов приводится ниже в тексте

«Газпром»

Период прогнозирования: 13.06.2006 – 17.06.2008, то есть 501 торговый день.

Первый сигнал. Сигнальная точка № 49, отвечающая дате 18.08.2006. Этот сигнал прогнозирует локальный минимум ценовой кривой с 45-го по 60-й отсчет временного ряда, то есть в период 14.08.2006 – 04.09.2006. Через 10 дней после сигнала цены упали более чем на 15 % за три недели.

Второй сигнал. Сигнальная точка № 105, отвечающая дате 07.11.2006. Сигнал длится 20 торговых дней вплоть до локального максимума ценовой кривой, который наблюдался 06.12.2006. Таким образом, локальный максимум (или смена тренда) предсказан за 3 недели до смены тренда. Начиная с декабря 2006 года, цены падали вплоть до конца мая 2007 года, и ценовые потери составили более 25 %.

Третий сигнал. Сигнальная точка № 173, отвечающая дате 19.02.2007. Сигнал за 4 дня до наступления события, предсказывает резкое падение цен на 18 % в течение недели.

Четвертый сигнал. Сигнальная точка № 210, отвечающая дате 13.04.2007. Сигнал длится практически до глобального минимума цен за рассматриваемый период, который наступил 30.05.2007.

Пятый сигнал. Сигнальная точка № 316, отвечающая дате 13.09.2007. Соответствует локальному минимуму рынка. После наступления сигнала цены росли 4 месяца, а рост составил около 40 %.

Шестой сигнал. Сигнальная точка № 361, отвечающая дате 16.11.2007. Сигнал предсказывает резкий рост цен примерно за полторы недели до наступления этого события. После прогнозного сигнала цены выросли примерно на 15 % за две недели.

Седьмой сигнал. Сигнальная точка № 471, отвечающая дате 04.05.2008. Сигнал предсказывает резкий рост рынка примерно за 3 дня до наступления события. После сигнала цены выросли на 9 % за два дня, и всего на 15 % за месяц.

Не предсказанные события.

- Локальный максимум цен в районе точки № 275, отвечающий июлю 2007. Имеется резкое повышение прогнозного индикатора, но отсутствует пересечение индикатора с сигнальной линией;
- Резкое падение цен в районе точки № 395, отвечающее дате 14.01.2008. Это событие невозможно предсказать с помощью прогнозного индикатора, поскольку падение цен произошло вскоре после резкого всплеска, то есть, грубо говоря, после разрыва ценового ряда;
- Локальный максимум в районе точки № 440, отвечающий марту 2008. Имеется резкое повышение прогнозного индикатора, но отсутствует пересечение индикатора с сигнальной линией.

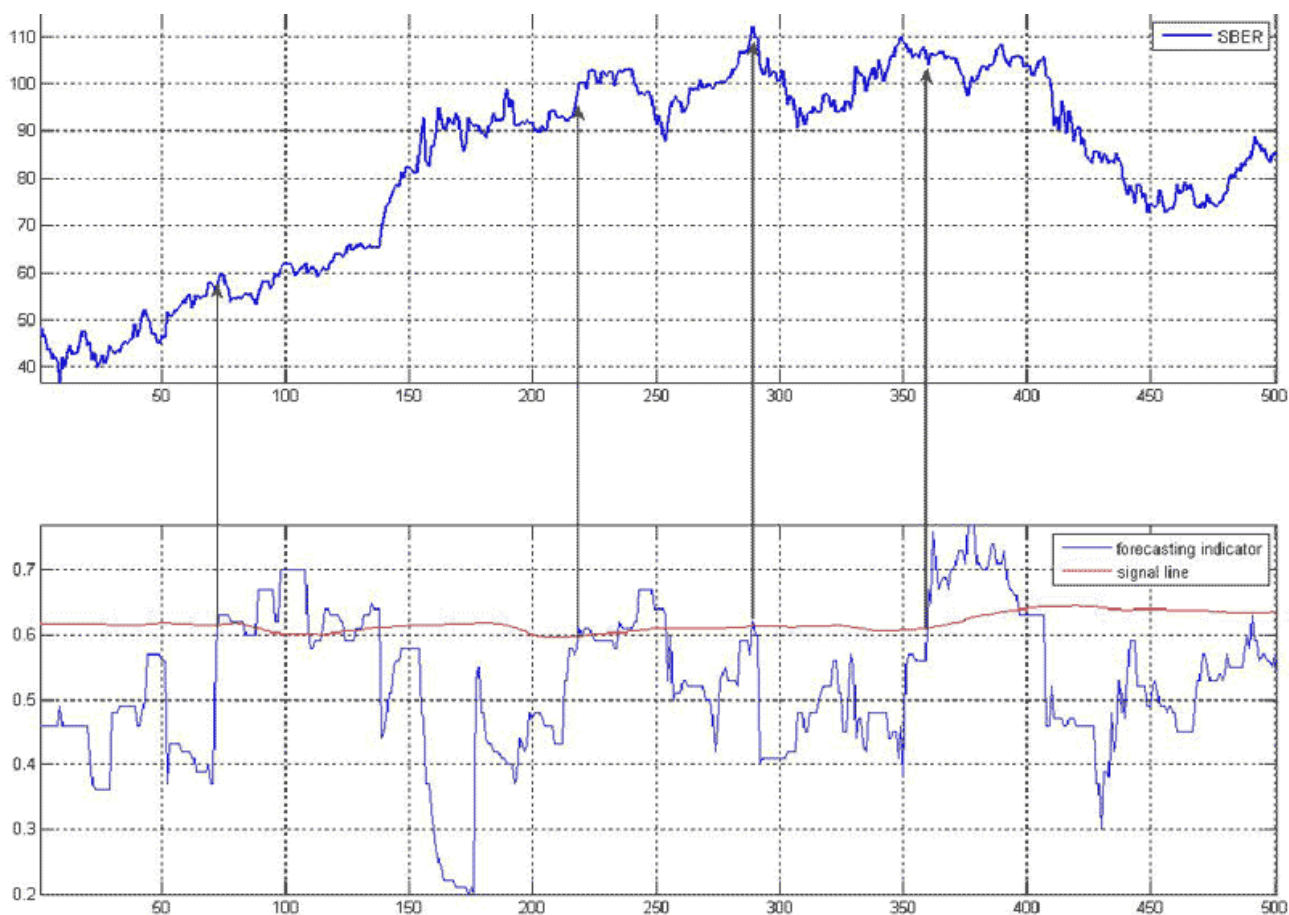


Рис. 3. Мультифрактальный прогноз ценовых движений акций «Газпрома». Верхняя панель – изменение цены акций во времени – дневная нарезка. Нижняя панель – поведение во времени прогнозного индикатора (синяя кривая) и поведение сигнальной линии (красная кривая). От точек пересечения прогнозного индикатора с сигнальной линией вверх проведены стрелки, которые на графике цен указывают на дату прогноза. Подробная интерпретация сигналов и прогнозов приводится ниже в тексте

«Сбербанк»

Период тестирования. 10.05.2006 – 30.05.2008, всего 500 торговых дней.

Первый сигнал. Сигнальная точка № 38, отвечающая дате 04.09.2006. После сигнала следует резкий взлет цен, а начало взлета цен начинается с 05.12.2006, что отвечает точке № 137 ценового ряда. Менее чем за 3 недели цены выросли примерно на 40 %.

Второй сигнал. Сигнальная точка № 218, отвечающая дате 09.04.2007. Сигнал происходит через неделю после начала торговли акциями, выпущенными в *дополнительную эмиссию*. Максимальное значение прогнозного индикатора в этом сигнале совпадает с локальным минимумом цен.

Третий сигнал. Сигнальная точка № 289, отвечающая дате 24.07.2007. Соответствует глобальному максимуму цен.

Четвертый сигнал. Сигнальная точка № 359, отвечающая дате 30.10.2007. Этот сигнал прогнозирует сильные ценовые изменения и продолжается около 2 месяцев вплоть до начала значительного ценового падения, примерно на 40 %. *Чем бы ни было вызвано это падение, его вполне можно было спрогнозировать!*

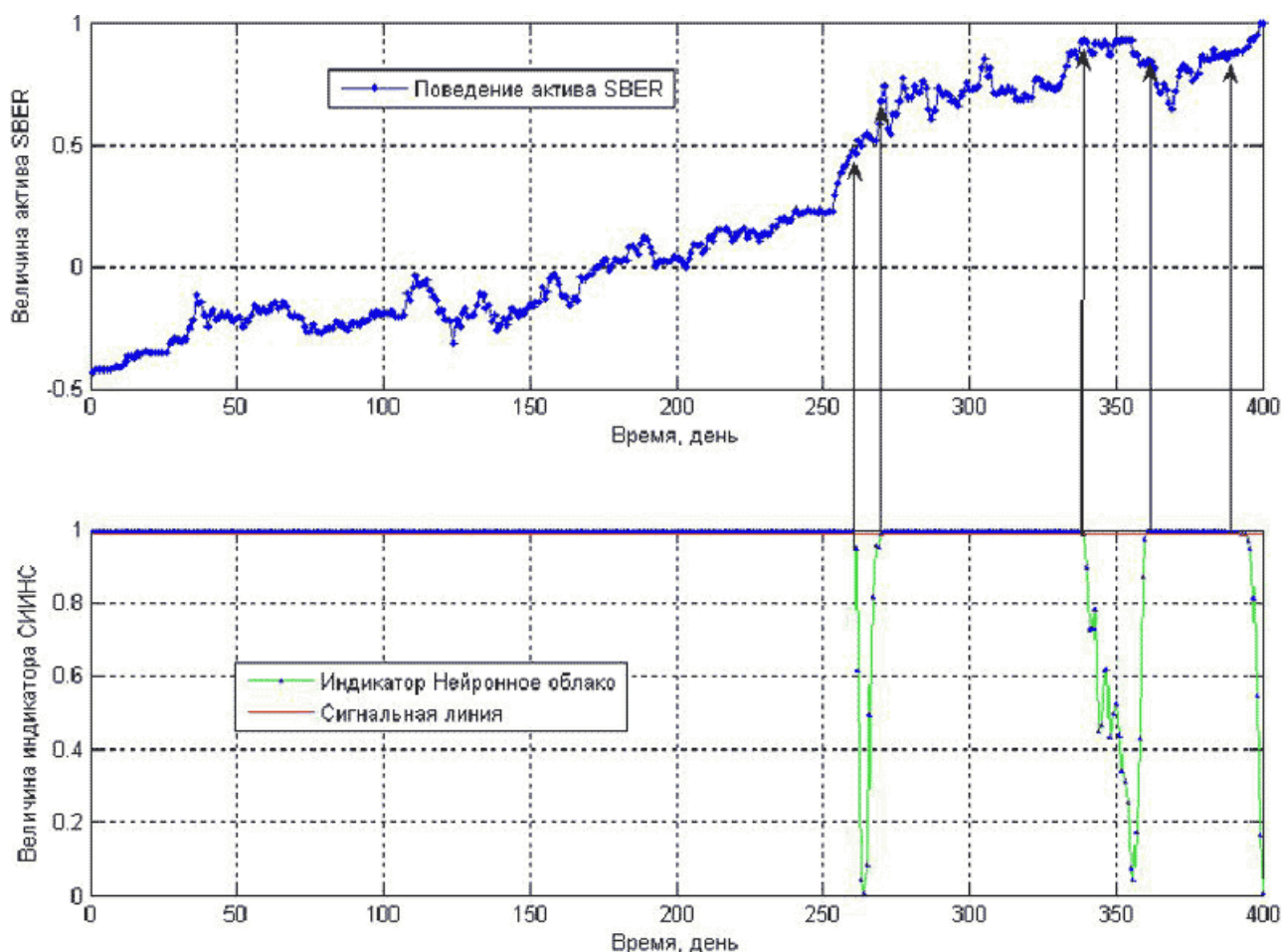


Рис. 4. Анализ поведения для акций «Сбербанка» полученный при помощи нейронного облака. Верхняя панель – изменение цены акций во времени – дневная нарезка. Нижняя панель поведение во времени индикатора нейронное облако (зеленая кривая) и поведение сигнальной линии (красная кривая). От точек пересечения прогнозного индикатора с сигнальной линией вверх проведены стрелки, которые на графике цен указывают моменты начала и окончания не нормального поведения. Подробная интерпретация сигналов и прогнозов приводится ниже в тексте

Период тестирования: 12.10.2006 – 30.05.2008, всего 400 торговых дней.

Первый сигнал к началу «не нормального» поведения был подан нейронным облаком в точке № 261 (соответствует дате 31.10.2007). Сигнал был отменен нейронным облаком в точке № 272 (соответствует дате 16.11.2007). Таким образом, для этого прогнозного сигнала оказалось, что «не нормальное» поведение длилось 12 торговых дней и затем сменилось нормальным.

Второй сигнал к «не нормальному» поведению был подан нейронным облаком в точке № 338 (соответствует дате 28.02.2008). Сигнал был отменен нейронным облаком в точке № 361 (соответствует дате 02.04.2008). Таким образом, в этом случае оказалось, что «не нормальное» поведение длилось 24 торговых дня и затем сменилось «нормальным».

Третий сигнал к «не нормальному» поведению был подан нейронным облаком в точке № 391, то есть, 21.05.2008 и не был отменен на момент окончания эксперимента, то есть, к 30.05.2008 поведение актива остается «не нормальным».

«Уралсвязьинформ»

Период тестирования. 14.06.2006 – 18.06.2008, всего 501 торговый день.

Первый сигнал. Сигнальная точка № 109, отвечающая дате 14.11.2006. Через пять торговых дней цены резко пошли вверх, а именно, около 60 % за 25 торговых дней.

Второй сигнал. Сигнальная точка № 259, отвечающая дате 27.06.2007. Это – ложный сигнал, поскольку после сигнала сильных ценовых изменений не произошло.

Третий сигнал. Сигнальная точка № 394, отвечающая дате 14.01.2007. Через день после наступления прогноза, последовал резкий спад цен, а именно, около 25 % за 13 торговых дней.

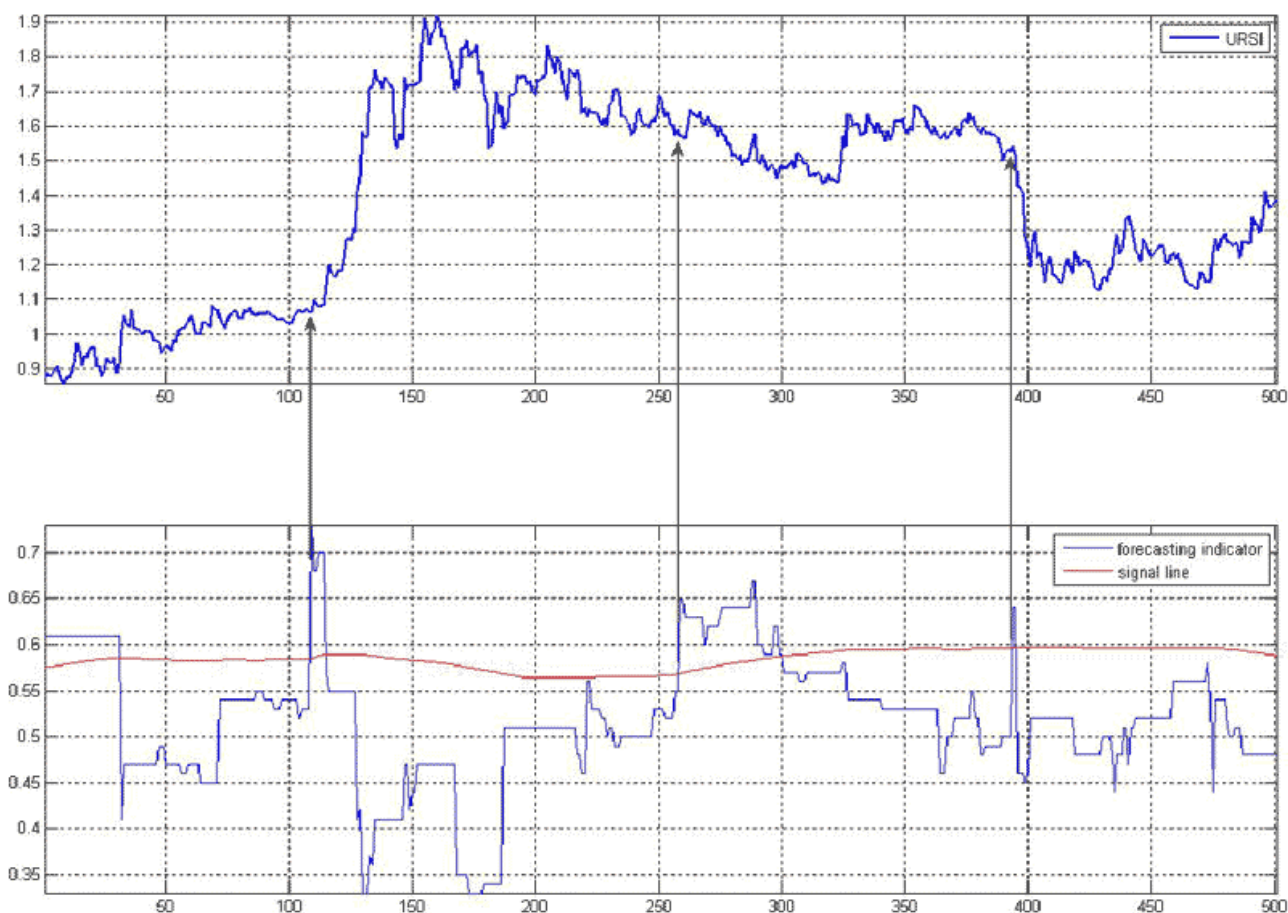


Рис. 5. Мультифрактальный прогноз ценовых движений акций «Уралсвязьинформа». Верхняя панель – изменение цены акций во времени – дневная нарезка. Нижняя панель поведение во времени прогнозного индикатора (синяя кривая) и поведение сигнальной линии (красная кривая). От точек пересечения прогнозного индикатора с сигнальной линией вверх проведены стрелки, которые на графике цен указывают на дату прогноза. Подробная интерпретация сигналов и прогнозов приводится ниже в тексте

Резюме и перспективы

Подводя итоги, хотелось бы еще раз сказать, что мы не считаем, что изобрели нечто сногшибательное в области финансового прогнозирования и, что прочие подходы к решению этой трудной задачи не заслуживают внимания и развития. Это, разумеется, не так. Мы лишь надеемся, что нам удалось рассказать о двух новых подходах в этой области человеческой деятельности, и рассказать так, что, пусть небольшое количество читателей, заинтересуется возможностями, которые открывают предложенные здесь подходы в области осмысленного инвестирования или интеллектуального трейдинга. Мы надеемся на заинтересованность уж хотя бы потому, что здесь на трех активах, а вообще, на очень разных финансовых инструментах, было показано, что описанные в статье технологии работают. Более того, мы хоть и бегло, но объяснили, *почему* они работают. А такое, поверьте, бывает не часто. Отвечать на вопрос «как» всегда неизмеримо проще, чем на вопрос «почему».

Нетрудно догадаться, что все, о чем здесь рассказано, было превращено в алгоритмы, а затем и программное обеспечение, но сделано это было, как теперь говорят, «на коленках». До коммерческого продукта здесь еще далеко. Но это вполне реально при финансовых и временных вложениях в проект коммерциализации наших технологий (чтобы это не означало). Поэтому, мы открыты к диалогу и сотрудничеству со всеми, для кого первой реакцией на статью не будет психологически бессмысленный вопрос: «если вы такие умные, то почему такие бедные?»

Наконец, мы благодарим всех тех, кто сотрудничал с нами, помогал и поддерживал: Б. Ланга, Л. Дмитриеву, И. Мохова, и А. Меклера.

СТРАТЕГИЯ НА ОСНОВЕ ГЕЛЬДЕРОВСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПОКУПКЕ СТРЕДДА. ТЕСТИРОВАНИЕ НА БУМАГАХ ГАЗПРОМА И ЛУКОЙЛА

Куперин Юрий Александрович
Счастливцев Роман Романович

Стратегия покупки стрэддла (покупка одновременно опционов пут и колл с одинаковыми ценами исполнения) используется, когда ожидается изменение цены, но неизвестно в какую сторону. Моменты, когда ожидается изменение цены, предлагается рассчитывать при помощи гельдеровских показателей.

Правила покупки и продажи стрэддла:

- На основе дневных цен закрытия акции строятся гельдеровские показатели и сигнальная линия и рассчитываются сигналы.
- Стрэддл покупается на следующий день после сигнала со следующими параметрами: цена исполнения – ближайшая к цене фьючерса, на который выписываются опционы; дата исполнения – ближайшая к дате торгов, но не ранее чем через 30 дней после даты торгов.
- Стрэддл продаётся, если происходит новый сигнал или наступает дата исполнения опционов.

Тестирование на бумагах Газпрома

Стратегия была протестирована в период с 27 апреля 2004 года по 3 мая 2006 года, всего 500 дней. Данные брались с сайта биржи РТС (www.rts.ru). На рисунке 1 построены дневные цены закрытия и гельдеровские показатели с параметрами окно = 20 дней, высота сигнальной линии = 1. Если расстояние между двумя сигналами не превышало 10 дней, то эти сигналы объединялись в один. Всего 9 сигналов и 8 покупок и продаж стрэддла. После четвертого сигнала (21 февраля 2005, около точки 200 на рисунке) сделка не была совершена, так как на рынке не совершались сделки с нужными опционами. Результаты сделок описаны в таблице 1.

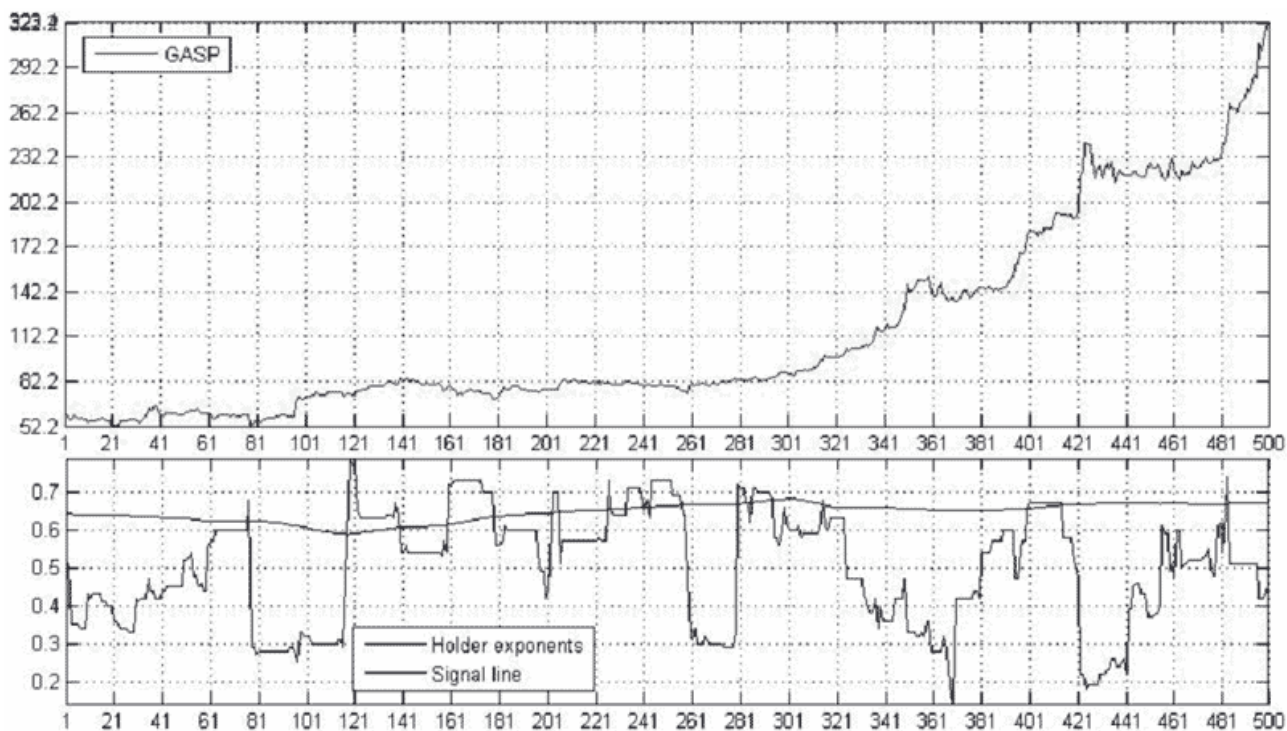


Рис. 1. На верхнем графике построены дневные цены закрытия акции Газпрома в период с 27 апреля 2004 года по 3 мая 2006 года. На нижнем графике построены гелдеровские показатели и сигнальная линия с параметрами окно = 20 дней, высота сигнальной линии = 1

Таблица 1. Сделки. Газпром

Дата покупки	Цена исполнения	Дата исполнения	Цена покупки	Дата продажи	Цена продажи	Причина продажи	Прирост капитала
07.08.2004	6000	09.12.2004	1093	14.10.2004	1665	Новый сигнал	52 %
04.10.2004	7500	09.12.2004	621	08.12.2004	586	Конец опционов	-6 %
05.12.2004	8000	10.03.2005	1069	22.02.2005	433	Новый сигнал	-59 %
09.03.2005	8000	09.06.2005	665	08.06.2005	219	Конец опционов	-67 %
06.06.2005	8500	12.09.2005	648	04.08.2005	1571	Новый сигнал	127 %
03.08.2005	10000	12.09.2005	517	09.09.2005	1912	Конец опционов	270 %
05.12.2005	18000	10.03.2006	2899	09.03.2006	4760	Конец опционов	64 %
08.04.2006	26500	09.06.2006	3097	27.04.2006	5684	Последний день тестирования	84 %

На рисунке показано поведение капитала, если вкладывать 10 %, 50 % и 100 % капитала в каждую сделку.

В случае 10 %: доход – 52 %, макс. просадка – 12 %.

В случае 50 %: доход – 313 %, макс. просадка – 55 %.

В случае 100 %: доход – 390 %, макс. просадка – 87 %.

Стратегия «купи и держи»: доход – 437 %, макс. просадка – 20 %.

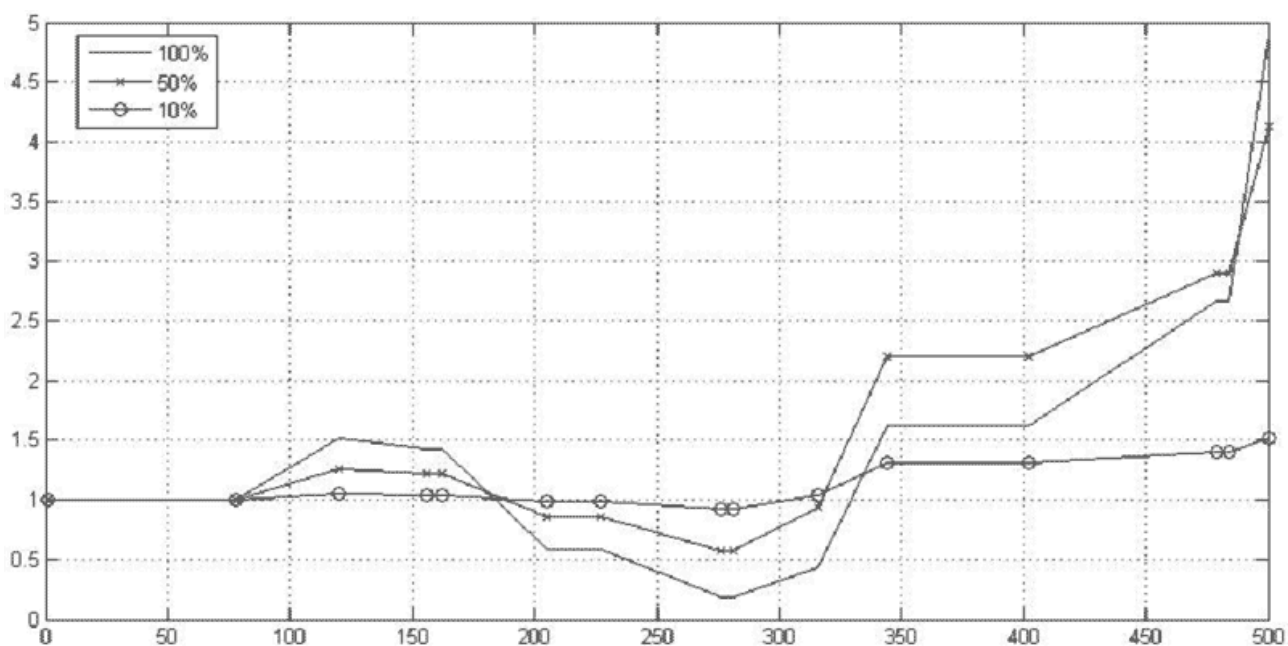


Рис. 2. Поведение капитала, если вкладывать 10 %, 50 % и 100 % капитала в каждую сделку при торговле опционами Газпрома

Тестирование на бумагах Лукойла

Стратегия была протестирована в период с 27 апреля 2004 года по 3 мая 2006 года, всего 500 дней. Данные брались с сайта биржи РТС (www.rts.ru). На рисунке 3 построены дневные цены закрытия и гелдеровские показатели с параметрами окно = 20 дней, высота сигнальной линии = 1. Всего 6 сигналов (самый первый не считался, так как он не сначала).

Из 6-ти возможных покупок было совершено только 2 (после 4-го сигнала, около точки 180 и после последнего сигнала, около точки 400). Во всех остальных случаях сделки с нужными опционами на бирже не совершались. Обе сделки оказались прибыльными. Более подробно сделки описаны в таблице 2.

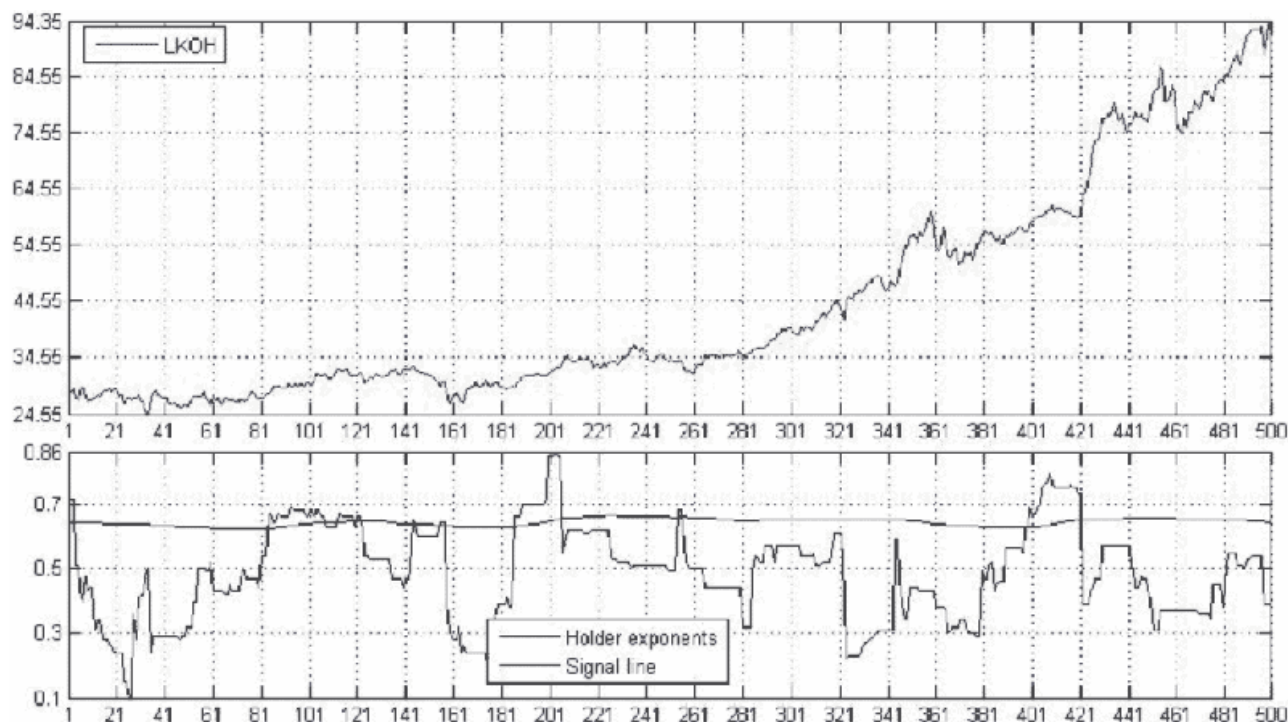


Рис. 3. На верхнем графике построены дневные цены закрытия акции Лукойл в период с 27 апреля 2004 года по 3 мая 2006 года. На нижнем графике построены гелдеровские показатели и сигнальная линия с параметрами окно = 20 дней, высота сигнальной линии = 1

Таблица 2. Сделки. Лукойл

Дата покупки	Цена исполнения	Дата исполнения	Цена покупки	Дата продажи	Цена продажи	Причина продажи	Прирост капитала
27.01.2005	8500	10.03.05	623	09.03.2005	1033	Конец опционов	66 %
01.12.2005	17000	10.03.2006	2515	09.03.2005	7360	Конец опционов	193 %

Поведение капитала, если вкладывать 10 %, 50 % и 100 % капитала в каждую сделку.

В случае 10 %: доход – 27 %, макс. просадка – 0 %.

В случае 50 %: доход – 161 %, макс. просадка – 0 %.

В случае 100 %: доход – 386 %, макс. просадка – 0 %.

Стратегия «купи и держи»: доход – 225 %, макс. просадка – 20 %.

Замечание 1. Хотя Лукойл не удалось протестировать в полном объеме из-за неликвидности рынка, сейчас опционы на Лукойл достаточно ликвидны. За последние два года объем торгов опционами на РТС вырос в более чем в 10 раз и за првые месяцы 2006 составляет в среднем 1 млрд. рублей в день.

Замечание 2. В будущем можно протестировать следующее. Чтобы уменьшить просадки (в случае неверных сигналов), можно попробовать покупать более дорогие опционы (с большим страйком или с более дальними датами исполнения). Или попробовать другие виды синтетики.

Сравнение со стратегией «купи и держи»

Сравнивались две стратегии:

1. Стратегия «купи и держи». 27 апреля 2004 года был составлен портфель из акций Газпрома и Лукойла в равных долях. Портфель был закрыт 3 мая 2006 года.
2. Стратегия стрэддл + гелдеровские показатели. Если одна из акций испытывала сигнал, то покупался стрэддл на половину капитала. Если в то время, когда держался стрэддл по одной из акций, по второй акции тоже возникал сигнал, то покупался стрэддл по второй акции на оставшуюся часть капитала.

Стратегия «купи и держи»:

Прирост капитала: 330 %

Максимальная просадка капитала: 15 %

Стратегия стрэддл + гелдеровские показатели:

Прирост капитала: 875 %

Максимальная просадка капитала: 38 %

На рисунке 4 показано поведение капитала обеих стратегий.

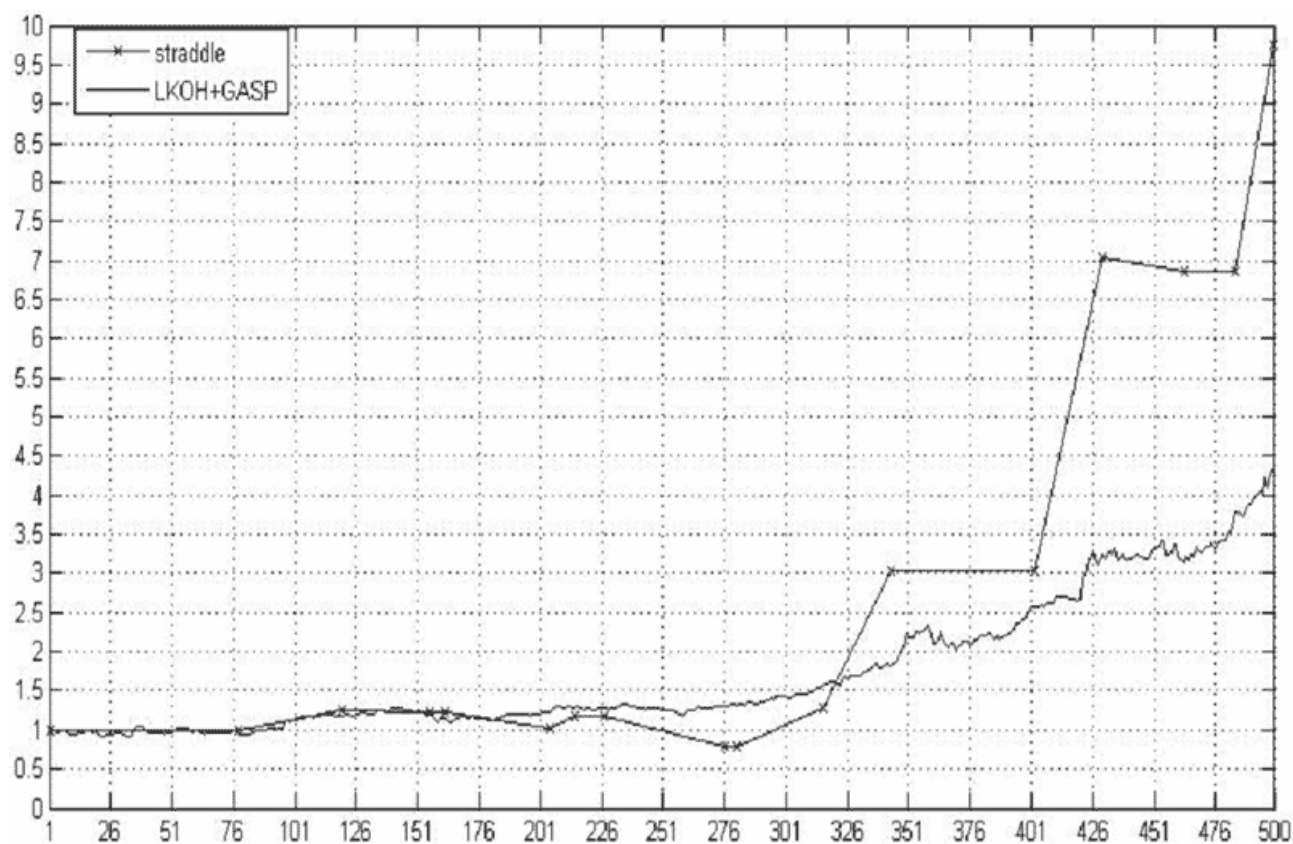


Рис. 4. Сравнение стратегий «купи и держи» и стрэддл + гелдеровские показатели в период с 27 апреля 2004 года по 3 мая 2006 года на бумагах Лукойла и Газпрома

Выводы:

1. Основная прибыль была получена во второй год, когда рынок был более волатильный. На мало волатильном рынке стратегия в лучшем случае выходит в ноль.
2. Диверсификация портфеля двумя компаниями улучшила поведение суммарного капитала. Если в случае отдельных компаний прибыль стратегии стрэддл + гелдеровские показатели была сравнима со стратегией «купи и держи», то при рассмотрении двух активов совместно прибыль стала более чем в два раза превышать стратегию «купи и держи» (875 % против 330 %). Так же в 1,5 раза уменьшилась максимальная просадка капитала. Если у Газпрома при инвестировании 50 % капитала просадка составляла 55 %, то теперь она составляет 38 %. Это произошло потому, что во время убыточной сделки по Газпрорму, была прибыльная сделка по Лукойлу. Просадка бы уменьшилось ещё, если бы во время второй сильно убыточной сделки по Газпрому была совершена сделка по Лукойлу 6 мая 2005 года (сигнал в районе точки 250, рисунок 3) Эта сделка по Лукойлу принесла бы прибыль, так как после сигнала акция долго шла вверх.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ РЫНКОВ. ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ РОССИЙСКОГО ФИНАНСОВОГО РЫНКА: ОПЫТ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКОНОФИЗИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Дмитриева Людмила Анатольевна
Котелкин Сергей Владимирович
Куперин Юрий Александрович
Сорока Ирина

Принято считать, что исследование финансовой динамики в 1960 – 1970-е годы пережило буквально революционный переворот, связанный с интенсивным внедрением экономико-математических методов в эту сферу взамен или наряду с бытовавшими до того неколичественными описаниями свойств финансовых инструментов, их юридических характеристик, институциональных устройств рынков (см., напр.: [Stowe, 1995]). С середины 1980-х годов, особенно после коллапса развитых фондовых рынков в октябре 1987 г. (рис. 1), чуть было не приведшего к глобальному экономическому кризису, ученые и практики стали усиленно обращать внимание на применение естественнонаучных подходов к анализу экономических (в частности, финансовых) колебаний. Например, в книге «Экономика и физика: новое рассмотрение междисциплинарных отражений» (Jojima, 1985), указанные дисциплины рассматриваются в качестве примера междисциплинарных связей и пересечений. В ней характеризовались направления исследований, по которым могло происходить взаимозаимствование теории, терминологии, методологии, инструментария (статистического анализа). В США летом 1988 г. (в г. Санта-Фе, Калифорния) прошла конференция экономистов и группы естественников (физиков, кибернетиков, биологов). На ней изучались причины и механизмы развития рынков в русле междисциплинарных исследований, по которым одни страны развиваются быстрее других. Одна из целей заключалась в том, чтобы найти механизмы изменения природных структур, статистически аналогичных характеру изменения параметров поведения экономических самоорганизующихся систем. При этом очевидно, что любая физическая модель, прежде чем она будет применена для адекватного описания экономической деятельности, должна быть существенно трансформирована.

В статье предпринята попытка междисциплинарного эконофизического подхода. В ней рассматриваются динамические процессы в трех секторах российского финансового рынка – валютном (форексном), денежном, капитальном:

- анализируются среднесрочные колебания котировок на российском рынке (в 1992 – 2001 гг.) в традиционной дискриптивно-аналитической манере;
- дается оценка краткосрочной ожидаемой динамики в тех же секторах рынка эконофизическими методами (в данном случае использованы нейросетевые подходы к прогнозированию финансовых индикаторов).

Показано, что указанные подходы выступают взаимодополняющими, непротиворечиво

освещающая динамические процессы различной срочности в финансовой сфере под различными углами зрения.

Кроме того, важно, что исследуемые проблемы самым непосредственным образом связаны с задачами менеджмента организаций (как оперативными, так и стратегическими), поскольку эффективность принятия решений корпоративными управленцами в немалой степени зависит:

- от уровня понимания ими перспектив изменения хозяйственной (в частности, финансовой) среды;
- от умения строить бизнес с учетом этих перспектив, несущих как опасности, так и возможности.

Особую актуальность это приобретает в условиях развивающихся финансовых рынков России с их повышенными рисками (см., напр.: [Котелкин, Мадорский, Тумарова, 1999]).

Характеристики форекальной динамики в 1992 – 2001 гг.

Появившийся в 1990-е годы в России валютный рынок демонстрирует в целом узнаваемые образцы динамического поведения, характерные и для развитых рынков (см.: [Жиров, Котелкин, 1992; Meese, 1990; Lothian, Taylor, 1996]), но с двумя особенностями:

- значительно большей амплитудой колебаний (в силу повышенного риска);
- несложившимся регулярным среднесрочным циклом (в силу незрелости).

Так, с середины 1992 г. новая команда управляющих Центробанка во главе с В. Геращенко начала проводить политику поддержки предприятий госсектора с сопутствующими эффектами:

- дефицитного финансирования;
- денежной эмиссии;
- инфляции.

Соответственно, во второй половине 1992 г. рубль ослабился на валютном рынке – его стоимость к доллару упала на 71 %, с уровня 142 руб./долл. (т. е. 0,7 цента/руб.) в июле до 415 (т.е. 0,2) в декабре. Наоборот, в первой половине того же года, благодаря политике первого главы Центрального банка России (ЦБР) профессора Г. Матюхина, стоимость рубля повысилась почти в 1,5 раза (с уровня 200 руб./долл. в феврале). В 1993 г. курс доллар / рубль испытал несколько скачков, связанных с обострением политической ситуации в стране (противостоянием президента и парламента): в мае (на 20%), в начале октября (на 25 % за 03.10.93 г., с 1036 до 1299 руб./долл.).

В 1994 г. плавная повышательная динамика была прервана резким всплеском 12 октября («черный вторник») с 2833 до 3926 (на 40 %), упав 13 октября до 2994 (на 1/4). К маю 1995 г. курс доллара на российском рынке достиг уровня 5130 руб. (+70 % к 13.10.94 г.), свидетельствуя о катастрофическом обесценивании национальной валюты. Лишь анонс политики «валютного коридора», вводимого Правительством по согласованию с МВФ на уровне курса, ниже тогдашнего рыночного курса, «уронил» доллар до 4005 руб. (см. рис. 1).

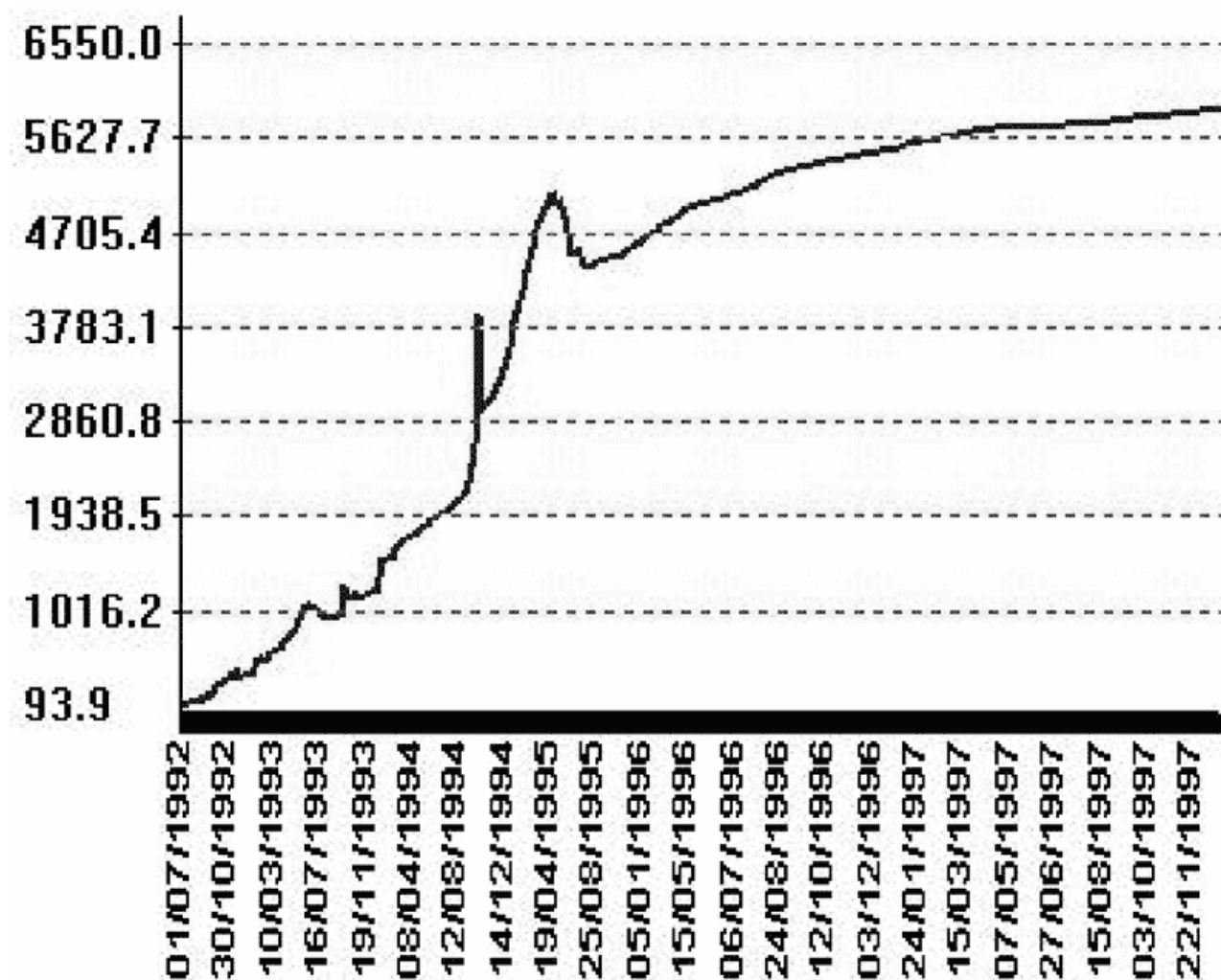


Рис. 1. Динамика курса рубля к доллару, 1992 – 1997 гг.

Затем стал наблюдаться его «ползучий» рост (в рамках периодически менявшегося коридора, получившего название «ползучей привязки» (crawling peg)) до 17 августа 1998 г. (см. табл. 1).

К 17 августа 1998 г. (дню объявления Правительством «технического дефолта» по внешним долгам) доллар стоил порядка 6,2 руб. в новой номинации (6200 – в прежней). Спекулятивная горячка, крайняя неликвидность рынка подбросили курс доллара до 21 руб. (09.09.1998 г.), затем его сбивли ведущие банки до уровня 8,7 руб. (15.09.1998 г.). Это осуществлялось крупнейшими банками, вероятно, при поддержке (или, во всяком случае, непротивлении) властей, чтобы купить доллары по более низкой цене, в первую очередь, для выплат по форвардным контрактам нерезидентам 15 сентября (которые заключались весной и летом по курсу, в рамках действовавшего коридора, не выше 6,5 руб.). После этой даты доллар опять резко подорожал (до 16,40), затем его опять сбивали – до 13 руб. (15.10.1998 г.).

Таблица 1. Официальный «коридор» колебаний рубля к доллару (1995 – 1998 гг.)

Анонсированные периоды	Границы коридора руб. за долл.	Средний курс	Допустимые отклонения, %
06.07 – 31.12.1995 г.	4300 – 4900	4600	±6,5
01.01 – 30.06.1996 г.	4550 – 5150	4850	±6,2
01.07 – 31.12.1996 г.	5000 – 5600	5300	±5,7
01.01 – 31.12.1997 г.	5500 – 6100	5800	±5,2
1998 – 2001 гг.	5390 – 7130	6200	±15

17.08 – 01.09.1998 г.*	6000 – 9500	7750	±22,6
------------------------	-------------	------	-------

* 2 сентября 1998 г. Банк России отменил верхний лимит изменений официального курса рубля.

Однако после этого курс доллара рос уже без ощутимых падений (до 22 руб. в конце 1998 г. и 26 – в конце 1999 г.). Наконец (после «январского эффекта», достигнув пика в 28,9), курс доллара начал постепенно понижаться на протяжении 2000 г., не испытывая существенных колебаний, что отражало стабилизацию российского форекасного рынка (см. рис. 2). Она наблюдалась благодаря следующим обстоятельствам:

- появлению впервые настоящей политической власти в стране;
- скачку мировых цен на нефть;
- снижению инфляционных ожиданий;
- значительному ускорению реального экономического роста

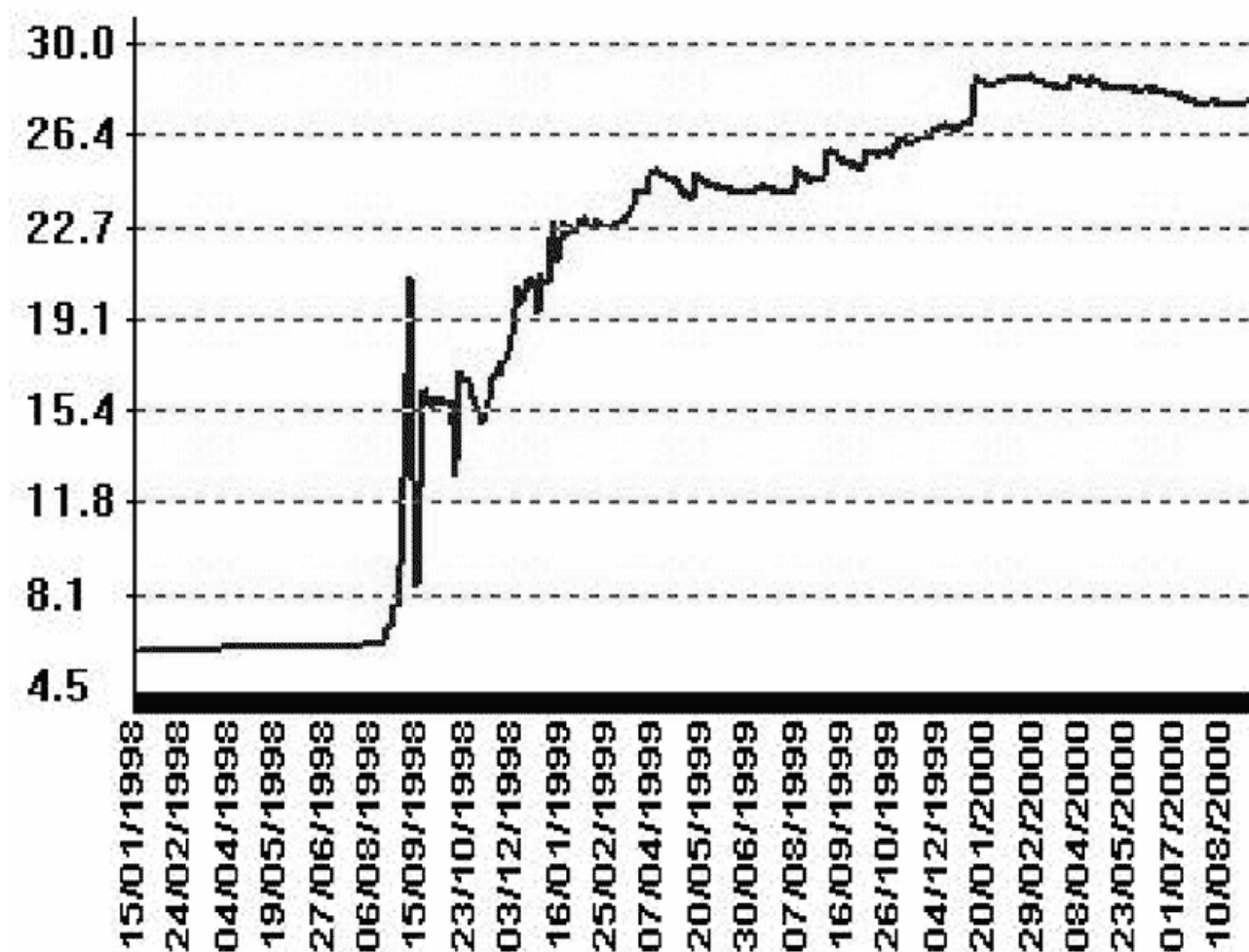


Рис. 2. Динамика курса рубля к доллару, 1998 – 2000 гг.

В начале лета 2000 г. ЦБР вынужден был (практически впервые в своей истории) поддерживать доллар, не давая ему упасть ниже психологически важного барьера в 25 руб. за долл., поскольку аналитики оценивали тогда реальную (т.е. с поправкой на ожидаемую сравнительную инфляцию) стоимость доллара как 17 – 19 руб.

В конце 2000 – первой половине 2001 г. продолжилась стабильная динамика курса рубль – доллар с несколько повышательным трендом. Так, за сентябрь – декабрь 2000 г. он увеличился с 27,8 до 28,0 (на 0,7 %), притом, что в октябре курс падал (с 27,9 до 27,7). К маю 2001 г. курс возрос до 28,8. В середине сентября он составлял около 29,4 руб./долл.

Подводя итоги обзору флуктуаций курса рубля почти за десятилетие (отображенному на рис. 1 и 2), можно сказать, что стабилизация рубля и дальнейшее улучшение статуса российской валюты (в сторону полной ее конвертируемости) могут привести к складыванию регулярной циклической динамики на отечественном форексном рынке, наблюдаемой на зрелых рынках.

Так, первый выраженный среднесрочный курсовой цикл для ведущих валют пришелся на 1975 – 1985 гг. (рис. 3):

- в 1975 – 1980 гг. курс доллара США (против марки ФРГ, японской йены) упал приблизительно с 3,3 до 1,7 мар./долл. (почти на 50 %) и с 300 до 185 йен/долл. (почти на 40 %);
- с середины 1980 и до начала 1985 г. он возрос до 3,4 марки (на 100 %) и до 260 йен/долл. (на 40 %).

В 1990-е годы курс доллара продемонстрировал 2 очередные среднесрочные волны:

- понижательную – в первой половине (упав примерно с 1,75 в 1991 г. до 1,35 в 1995 г. против марки и со 160 в 1990 г. до 80 в 1995 г. против йены, т.е. на 23 и 50 %);
- повышательную – во второй половине десятилетия (увеличившись до 2,26 марок в сентябре 2000 г. и 145 йен в августе 1998 г.).



Рис. 3. Динамика курса доллара США к марке ФРГ и японской иене, 1973 – 2000 гг.

Динамические процессы на денежных и капитальных рынках

На денежных и капитальных рынках происходит движение фондов (инвестиций, кредитов, депозитов) и доходов (дивидендов, процентных платежей). При этом денежные рынки являются краткосрочными (с активами сроком 1 год и менее – на развитых рынках и 30 или 90 дней и менее – на развивающихся рынках); капитальные рынки – средне- и долгосрочными (со сроками к погашению более 1 года и более 30 или 90 дней соответственно).

Скачки межбанковского рынка и политика ЦБР. Важнейшие индикаторы денежного рынка – это ставки процента по межбанковским кредитам (депозитам). Как видно из *рис. 4*, базовая (1-дневная) ставка московского межбанковского рынка испытывала сильнейшие флуктуации. Так, в 1996 г. размах колебаний составил от 81 до 16 % (с экстремальной амплитудой в ± 67 %), в 1997 г. – соответственно от 8,2 до 41 % (± 67 %), в 1998 г. – от 15 до 224 % (± 87 %), в 1999 г. – от 62 до 8,8 % (± 75 %). В 2000 г. волатильность денежного рынка существенно уменьшилась, причем в сентябре МИБОР понизился с 6,7 до 2,8 %.

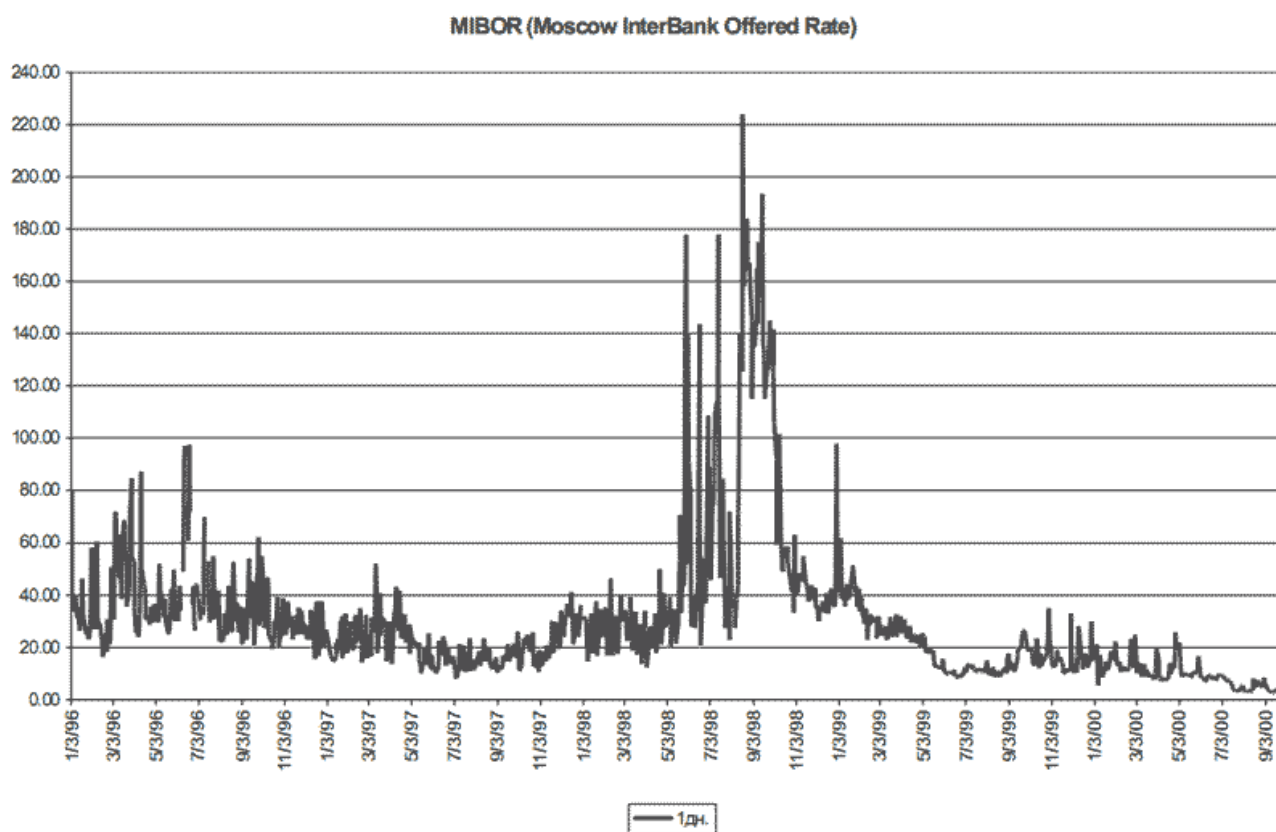


Рис. 4. Ставка процента на межбанковском рынке РФ, 1996 – 2000 гг.

Таким образом, поведение денежного российского рынка также приобретает все более регулярные формы – с точки зрения как уровня ставок процента по рублевым операциям, так и устойчивости.

Так же как и в развитых странах (см.: [Котелкин, 1989; Тгоор, 1994]), поведение российского денежного рынка весьма зависит от монетарной политики Центрального банка:

- от резервного регулирования;
- от дисконтного регулирования;
- от операций на открытом рынке с государственными бумагами.

Так, в США в качестве базового индикатора денежного межбанковского рынка рассматривают ставки по *федеральным фондам*, т.е. остаткам на резервных счетах в Центробанке (Федеральной резервной системе, ФРС), которые банки кредитуют друг другу на 1 – 14 дней. Динамика этих ставок в 1950 – 2000 гг. (рис. 5) была тесно связана с динамикой дисконтной ставки ФРС, хотя, понятно, первая изменялась перманентно, а вторая – дискретно.

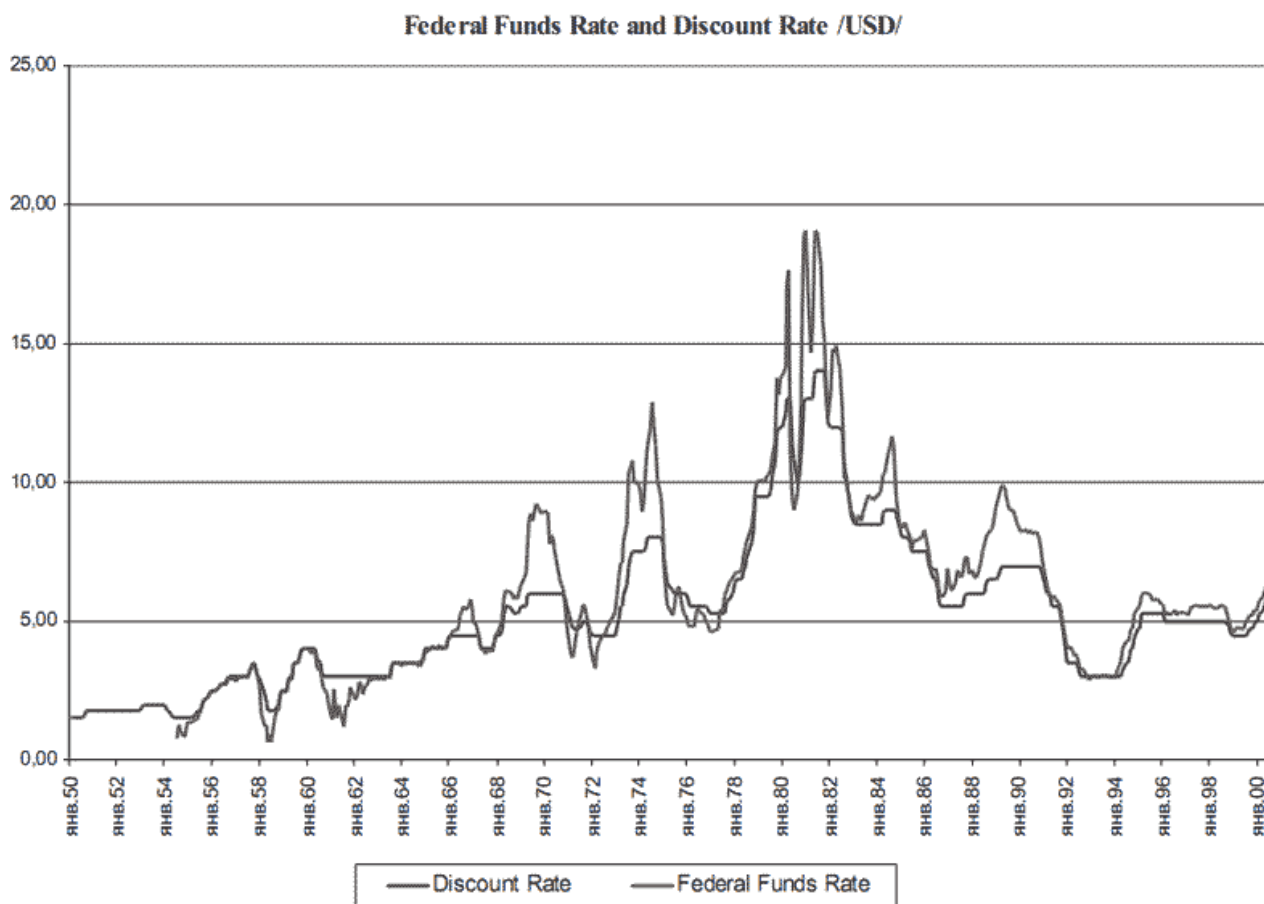


Рис. 5. Движение ставки денежного рынка и Центрального банка США, 1950 – 2000 гг.

Так, 01.02.1992 г. *обязательные резервы* по депозитам до 1 года ЦБР установил в 10 %, 01.04.1992 г. повысил их до 20 % (в частности, для борьбы с инфляцией, укрепления курса рубля). С 01.02.1995 г. для счетов менее 30 дней резервы установили в 22 %, более 90 дней – 10 %, снизив их средний уровень, а 01.05. 1997 г. нормы понизили до 14 % и 8 %. 01.02.1998 г. единая ставка была установлена в 11 %; 01.12.1998 г. ее понизили до 5 % (в частности, для удешевления кредитов в целях стимулирования экономики); 19.03.1999 г. повысили до 7 %; 01.01.2000 г. – до 10 % (в русле ужесточения монетарной и антиинфляционной политики).

Дисконтная политика ЦБР, отображаемая движением его ставки рефинансирования, стала рестрикционной (ограничительной) с апреля – мая 1992 г., когда для борьбы с инфляцией и увеличения доходности ГКО эту ставку повысили в несколько приемов до 210 % к апрелю 1994 г. (см. рис. 6, табл. 2).

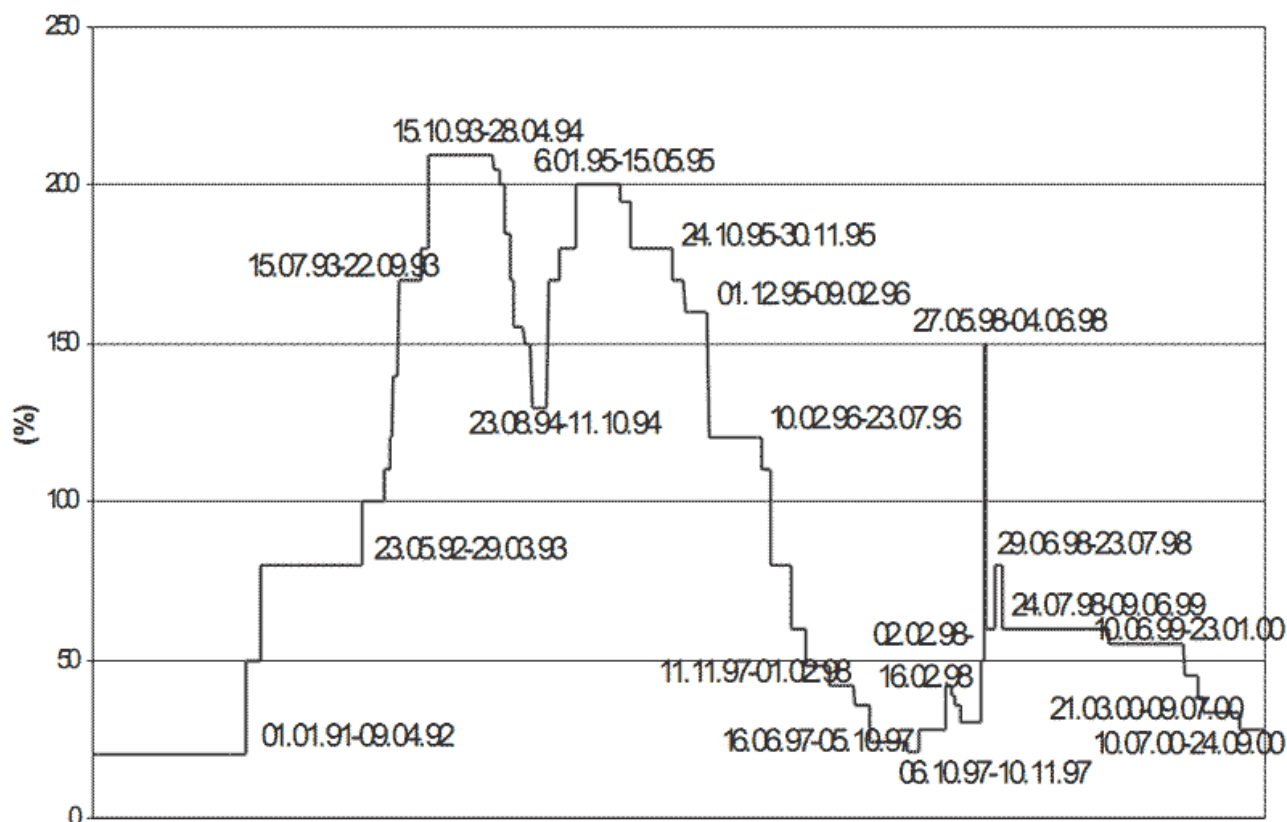


Рис. 6. Ставка рефинансирования ЦБР, 1991 - 2000 гг.

Таблица 2. Ставка рефинансирования Центрального банка России

Период действия		%	Период действия		%
01.01.91	09.04.92	20	10.02.96	23.07.96	120
10.04.92	22.05.92	50	24.07.96	18.08.96	110
23.05.92	29.03.93	80	19.08.96	20.10.96	80
30.03.93	01.06.93	100	21.10.96	01.12.96	60
02.06.93	21.06.93	110	02.12.96	09.02.97	48
22.06.93	28.06.93	120	10.02.97	27.04.97	42
29.06.93	14.07.93	140	28.04.97	15.06.97	36
15.07.93	22.09.93	170	16.06.97	05.10.97	24
23.09.93	14.10.93	180	06.10.97	10.11.97	21
15.10.93	28.04.94	210	11.11.97	01.02.98	28
29.04.94	16.05.94	205	02.02.98	16.02.98	42
17.05.94	01.06.94	200	17.02.98	01.03.98	39
02.06.94	21.06.94	185	02.03.98	15.03.98	36
22.06.94	29.06.94	170	16.03.98	18.05.98	30
30.06.94	31.07.94	155	19.05.98	26.05.98	50
01.08.94	22.08.94	150	27.05.98	04.06.98	150
23.08.94	11.10.94	130	05.06.98	28.06.98	60
12.10.94	16.11.94	170	29.06.98	23.07.98	80
17.11.94	05.01.95	180	24.07.98	09.06.99	60
06.01.95	15.05.95	200	10.06.99	23.01.00	55
16.05.95	18.06.95	195	24.01.00	06.03.00	45
19.06.95	23.10.95	180	07.03.00	20.03.00	38

24.10.95	30.11.95	170	21.03.00	09.07.00	33
01.12.95	09.02.96	160	10.07.00	25.09.00	28

Потребность удешевить кредиты для оживления хозяйственной активности заставила ЦБР снижать ставку рефинансирования до все еще астрономических 130 %, однако после «черного вторника» (12 октября 1994 г.) ее увеличивали до 200 % с целью приостановить колоссальное обесценивание рубля.

После анонса «валютного коридора», который имел противоинфляционный эффект, ЦБР проводил стимулирующую дисконтную политику, понизив ставку рефинансирования в 10 раз (до 21 %), в течение 2,5 лет. В ноябре 1997 г., в связи с началом «бегства» инвесторов с развивающихся рынков (в том числе из российских активов) из-за обострения финансовых кризисов на них (см.: [Мадорский, 1999]), Правительство России объявило о введении новых, более либеральных лимитов для валютного коридора (см. табл. 1), включавших:

- повышение среднего курса доллара на 7 % (с 5,8 до 6,2 руб./долл.);
- расширение допустимого размаха колебаний с ± 5 до ± 15 %;
- повышение верхней границы коридора на 17 % (с 6,10 до 7,13 руб./долл.);
- подразумеваемую девальвацию рубля на 14,5 %.

Ставка рефинансирования также была повышена сначала до 28 %, а через полгода (27 мая 1998 г.) достигла кульминационных 150 %. Ставка МИБОР овернайт (см. рис. 4) подскочила в те дни до 180 %. Во время дефолта, когда ЦБР понижал ставку рефинансирования, МИБОР зашкаливало до исторического пика в 220 % – столь велика была потребность в рублевой ликвидности, в том числе для покупки долларов с целями:

- погасить хотя бы часть валютных обязательств;
- получить спекулятивную прибыль.

После дефолта 1998 г. ставка рефинансирования в основном использовалась для «взбадривания» экономики посредством политики «дешевых денег», будучи последовательно пониженной до уровня в 28 %, потом – в 24 %.

Колеблемость развивающегося фондового рынка России. Важнейшим сегментом капитального рынка в любой стране является рынок акций (Stock Market), или, как его принято у нас называть, «фондовый» рынок. Его индикаторы отражают динамику экономической активности (см.: [Wheatley, 1988]). Так, ведущие индикаторы крупнейшего рынка акций в мире (США) – это биржевой индекс Доу-Джонс и индекс внебиржевого электронного рынка НАСДАК – демонстрировали в последние десятилетия весьма схожую динамику (см. рис. 7), достаточно прозрачно интерпретируемую с позиций «больших циклов» («длинных волн») конъюнктуры:

- 1970-е – начало 1980-х годов пришлось на «длинную волну» стагнации, когда фондовые индексы практически «топтались на месте» (см., напр.: [Иванов, 1989]);
- большую часть 1980-х – 1990-е годы рынки находились на «длинной волне» экспансии (см., напр.: [Котелкин, 1992]).

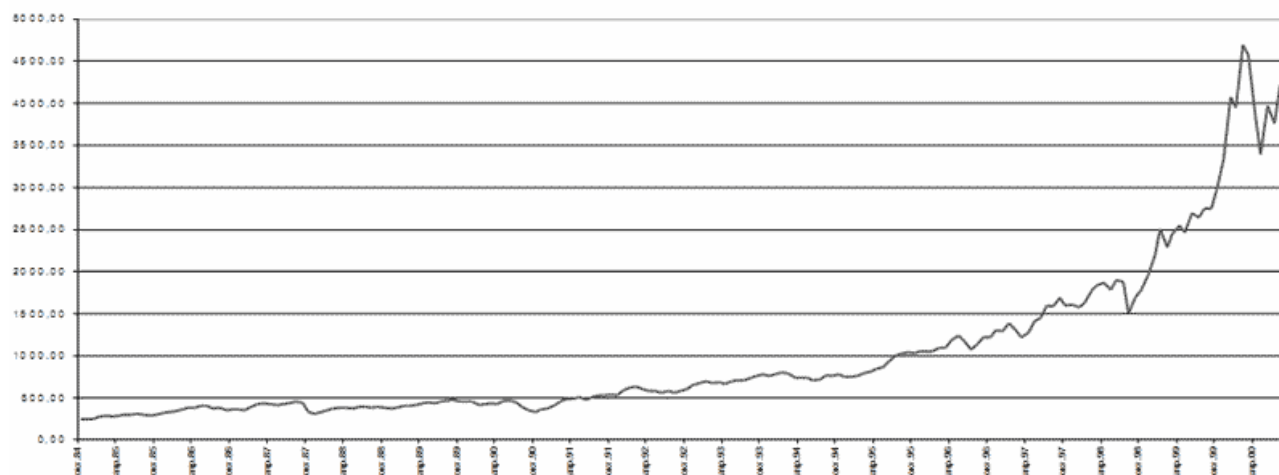
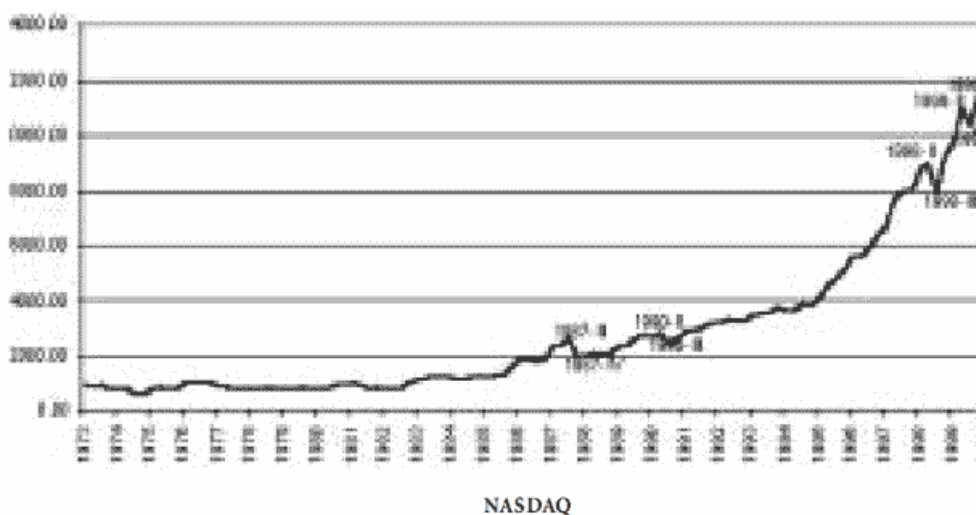


Рис. 7. Динамика фондовых индексов в США – Доу-Джонс, 1973-2000 гг., 1928 г. = 100; НАСДАК, 1984 – 2000 гг. Источник: данные официального сайта Нью-Йоркской фондовой биржи – www.nyse.com.

Российский индекс акций в электронных торгах Российской торговой системы (РТС) 1 сентября 2000 г. отметил 5-летний юбилей (см. рис. 8). За этот период он продемонстрировал широкую амплитуду колебаний (с экстремальным размахом в $\pm 84\%$):

- от 100 пунктов исходно до 570 пунктов (летом 1997 г.);
- от 50 пунктов (осенью 1998 г.) до 220 пунктов в 2001 г.

Даже в относительно стабильные периоды его уровень на коротких временных интервалах был весьма волатилен, например, 22 сентября 2000 г. в 12:30 составил 188,4, к 18:00 он упал до 180,0 (т.е. на 4,5 %, или 1606 % на годовом уровне).

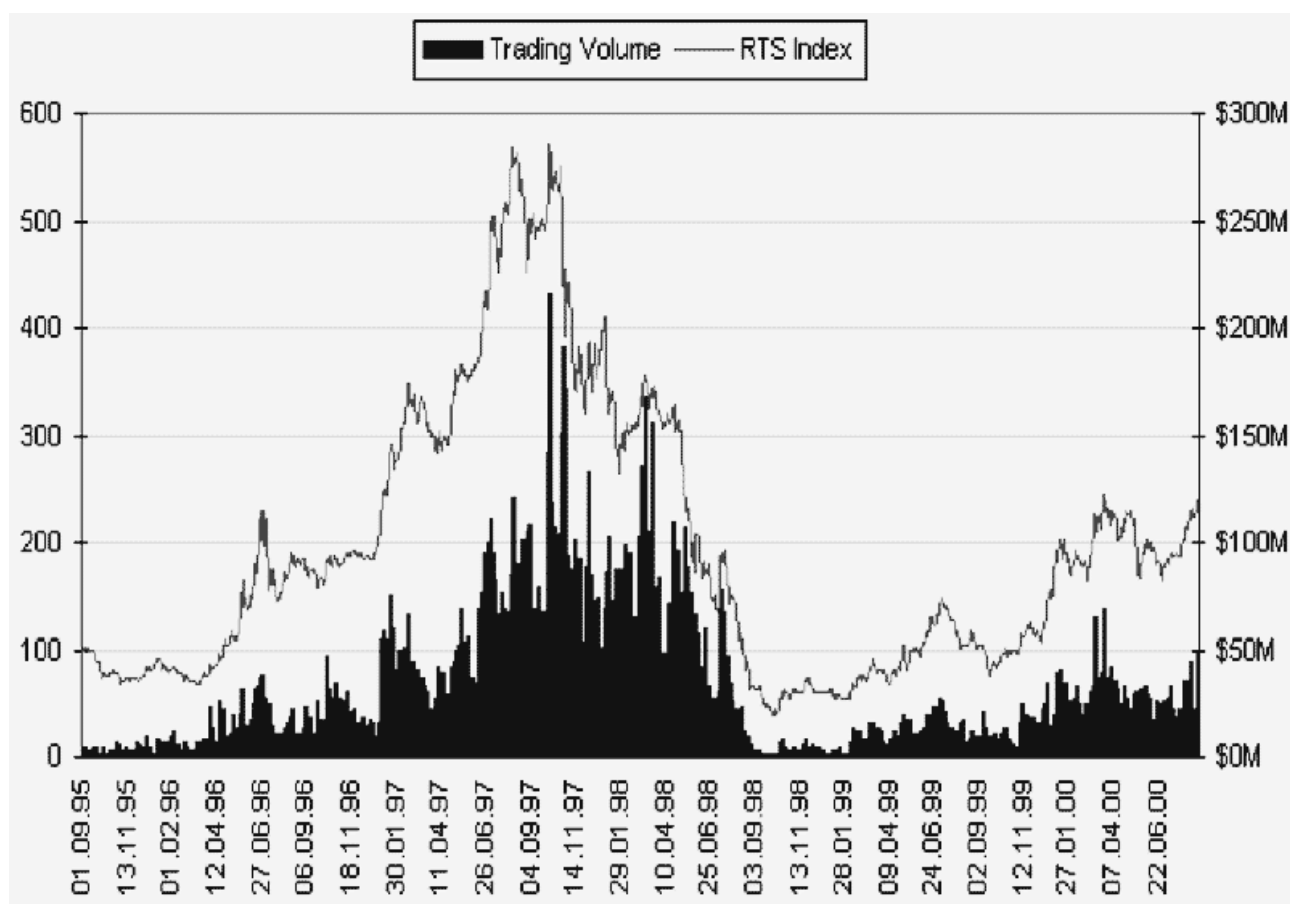


Рис. 8. Динамика российского фондового индекса РТС, 1995 – 2000 гг.

Взлеты и падения российского фондового рынка были связаны с политическими, экономическими новостями – из того же ряда, что воздействуют и на поведение зрелых рынков. Так, до апреля 1996 г. (почти полгода) индекс РТС держался на уровнях менее 100 пунктов. К 27 июня того же года (день президентских выборов) он возрос до 220 (показав доходность в 700 % годовых). Затем он упал до 150 пунктов, возвратясь к уровню в 200 лишь через полгода. Зато в следующие 6 месяцев он возрос до 570 (доходность – 370 % годовых), отражая рост долларовых авуаров российских резидентов, получивших доступ к мировым финансовым рынкам осенью 1996 г. и успевших набрать евровалютных банковских и облигационных займов. Однако в июле 1997 г. индекс РТС резко обвалился (вслед за началом финансовых и валютных потрясений в Юго-Восточной Азии) до 450 пунктов. Вскоре он опять начал расти (570 пунктов в конце октября). Впрочем, с начала ноября (вслед за второй волной крахов на развивающихся рынках, захватившей также латиноамериканские рынки) индекс РТС пошел вниз (с коротким периодом стабилизации весной 1998 г.), упав приблизительно до 50 пунктов в разгар августовского кризиса. В итоге общая степень обвала российского фондового рынка составила 91 % (с максимального уровня в 570 пунктов до «дна» в 50 пунктов).

Примерно через год (летом – осенью 1999 г.) индекс РТС достиг 100 пунктов, после чего начался достаточно длительный подъем, обусловленный приблизительно теми же факторами, что и укрепление курса рубля – около 250 пунктов в марте 2000 г. Наконец, падение рынка в апреле – июне (до 180 пунктов) отразило воздействие обвала американских индексов (в связи с «делом Майкрософт»). С середины лета 2000 г. наблюдался динамичный рост российского фондового рынка.

Теперь рассмотрим краткосрочную динамику тех же секторов развивающегося финансового рынка России (валютного, денежного, капитального), прогнозируя дневные колебания методами нейронных сетей (см.: [Baes-taens, Van Den Bergh, Wood, 1994; Hecht-Nielsen, 1990;

Kean, 1992; Casseti, 1993; Kuo, Principe, deVries, 1992]).

Постановка задачи и методы нейросетевого анализа

Анализируемые инструменты российских форексного, денежного, фондового рынков – это:

- курс единой европейской валюты евро к рублю (обозначен как EUR/RUR);
- однодневная ставка процента МИБОР (MIBOR);
- фондовый индекс РТС (RTS).

Целью является показать, что нейронные сети способны находить скрытые динамические закономерности в данных, на которых они обучаются, и прогнозировать (на этой основе) динамику, статистически оценивая результаты прогноза. Следует отметить, что хорошо обученная нейронная сеть часто находит в данных закономерности, не доступные человеку-аналитику.

Отметим две особенности нейросетевого анализа. Во-первых, если в данных, на которых обучалась нейросеть, не отражены ценовые изменения, обусловленные экзогенными факторами (начало, окончание войн, реформа валютной системы, неожиданные результаты выборов президента, последствия террористических атак), то нейросеть не сможет предсказать похожие ценовые изменения в будущем. Во-вторых, нейронные сети эффективны для предсказаний финансовых крахов, паник, если они порождены эндогенными факторами (искаженное распространение информации, рост курсов из-за больших покупок, падения из-за больших продаж, изменение ликвидности рынков, нелинейность корректировки курсов).

Нейронные сети – это системы искусственного интеллекта, способные к самообучению в процессе решения задач (см: [Baestaens, Van Den Bergh, Wood, 1994; Hecht-Nielsen, 1990; Kean, 1992; Casseti, 1993; Kuo, Principe, deVries, 1992; Giles, Lawrence, Tsoi, 1997; Demuth, Beale, 1997; Ежов, Шумский, 1998]). Методы, с помощью которых нейронная сеть обучается, заимствованы из исследований интеллекта животных и человека.

Обучение сводится к обработке сетью множества примеров, состоящих из набора пар входов и выходов (обучение с учителем) либо из набора только входов (обучение без учителя).

В первом случае сеть по заданным входам генерирует свои выходы и сравнивает последние с выходами из обучающего набора. Для максимизации выходов, попадающих в допустимый интервал отклонения от обучающих, нейронная сеть модифицирует интенсивности связей между нейронами, из которых она построена, и таким образом самообучается. Прогонка обучающих примеров проводится до тех пор, пока не достигается желаемая точность совпадения реальных и обучающих выходов. С этого момента нейросеть считается обученной и может быть применена к обработке данных, похожих на обучающие, но не совпадающие с ними.

Модель любой нейронной сети состоит, таким образом, из следующих составляющих:

- элементов, обрабатывающих сигналы (нейронов);
- связей между нейронами;
- обучающих схем или правил.

Каждый *нейрон* сети обладает собственным весом (положительным, отрицательным) и так называемой *функцией активации*. Нейрон обрабатывает входные сигналы, суммируя входы с весами и трансформируя полученный результат в выходной сигнал с помощью функции

активации (линейной, нелинейной, стохастической). Нейроны сети взаимодействуют друг с другом в зависимости от топологии связей. Последние бывают полными (каждый с каждым), частичными (противоположность полной связи), с петлями обратных связей, без таковых. В каждой задаче требуется свой выбор архитектуры сети. Наличие обратных связей влияет на обучаемость сети (улучшая ее), тогда как степень внутренних связей определяет параллелизм вычислений. Когда нейросети стали популярны, они состояли из одного или двух слоев нейронов – входного и/или выходного. Круг задач, решаемый такими сетями, был ограничен. Современные многослойные нейросети мощнее, в частности, из-за того, что они формируют внутреннее представление задачи в так называемых скрытых слоях. Иерархические сети используются для распознавания образов. При этом внутренние слои играют роль «детекторов выученных свойств», поскольку активность паттернов (от англ. Pattern – образец) в скрытых слоях есть кодирование того, что сеть «думает» о свойствах, содержащихся во входах.

Наиболее популярный обучающий алгоритм – это обратное распространение ошибки, состоящее из взаимосвязанных процессов. В прямом процессе входной сигнал проходит через сеть, генерируя определенный выход. В обратном процессе ошибка (разница между желаемым и полученным выходом) передается от выходных слоев к входным с одновременной модификацией связей нейронов так, чтобы (при последующем прогоне информации через сеть) ошибка на выходном слое уменьшилась. В этом состоит обучение сети.

Опишем и прокомментируем результаты предсказаний наборов данных, представленных на рис. 9а, 9б, 9в.

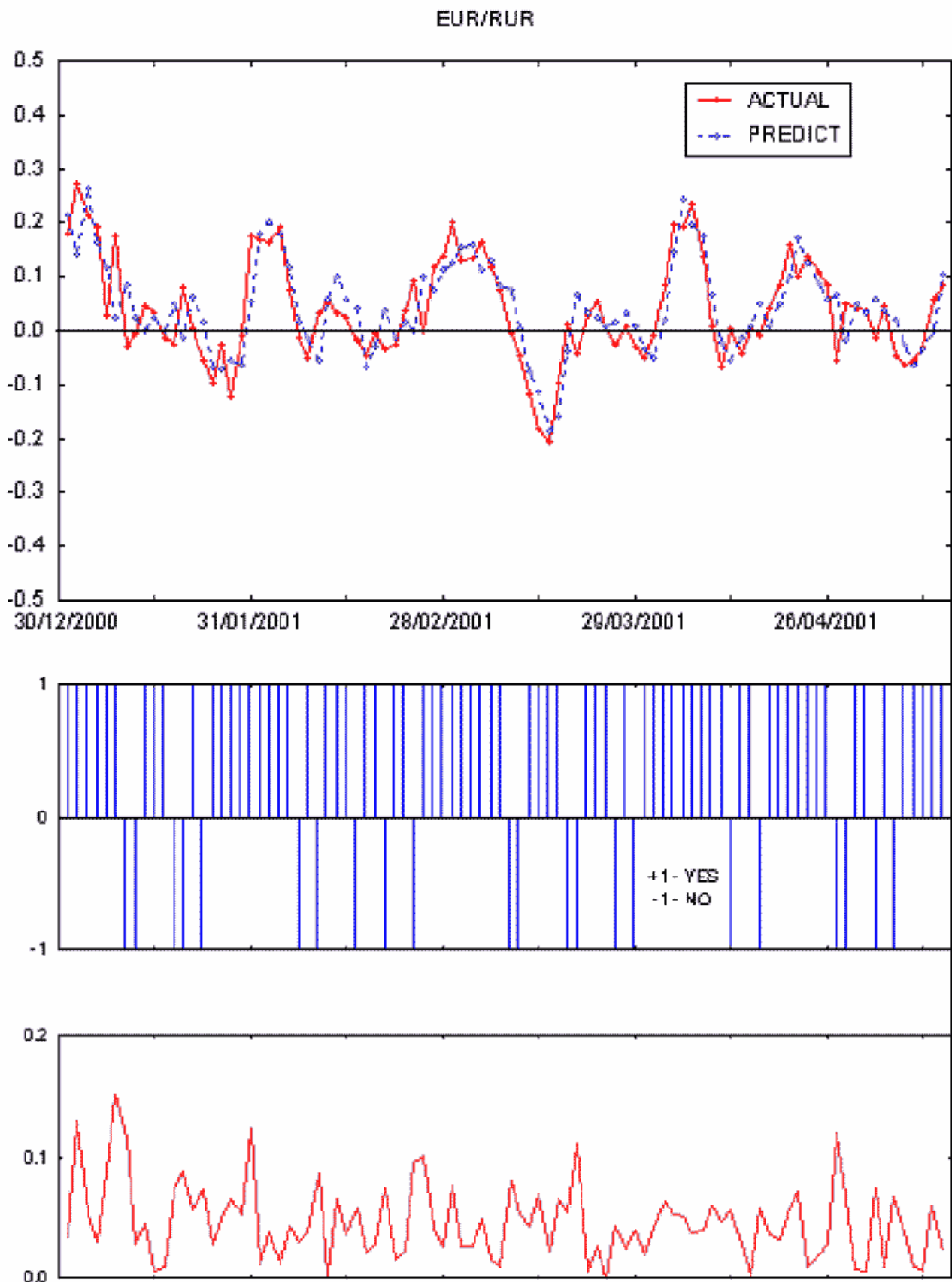


Рис. 9а. Нейросетевые предсказания 5-дневных сглаженных относительных изменений котировки курса евро к российскому рублю – EUR/RUR

Примечание: Верхний рис. – графики фактического и предсказанного нейросетью изменений, выраженных в процентах; рис. в середине – совпадение знака предсказания на каждый день; нижний рис. – модуль ошибки предсказания, выраженный в процентах. По горизонтальной оси

отложены номера отсчетов (дней).

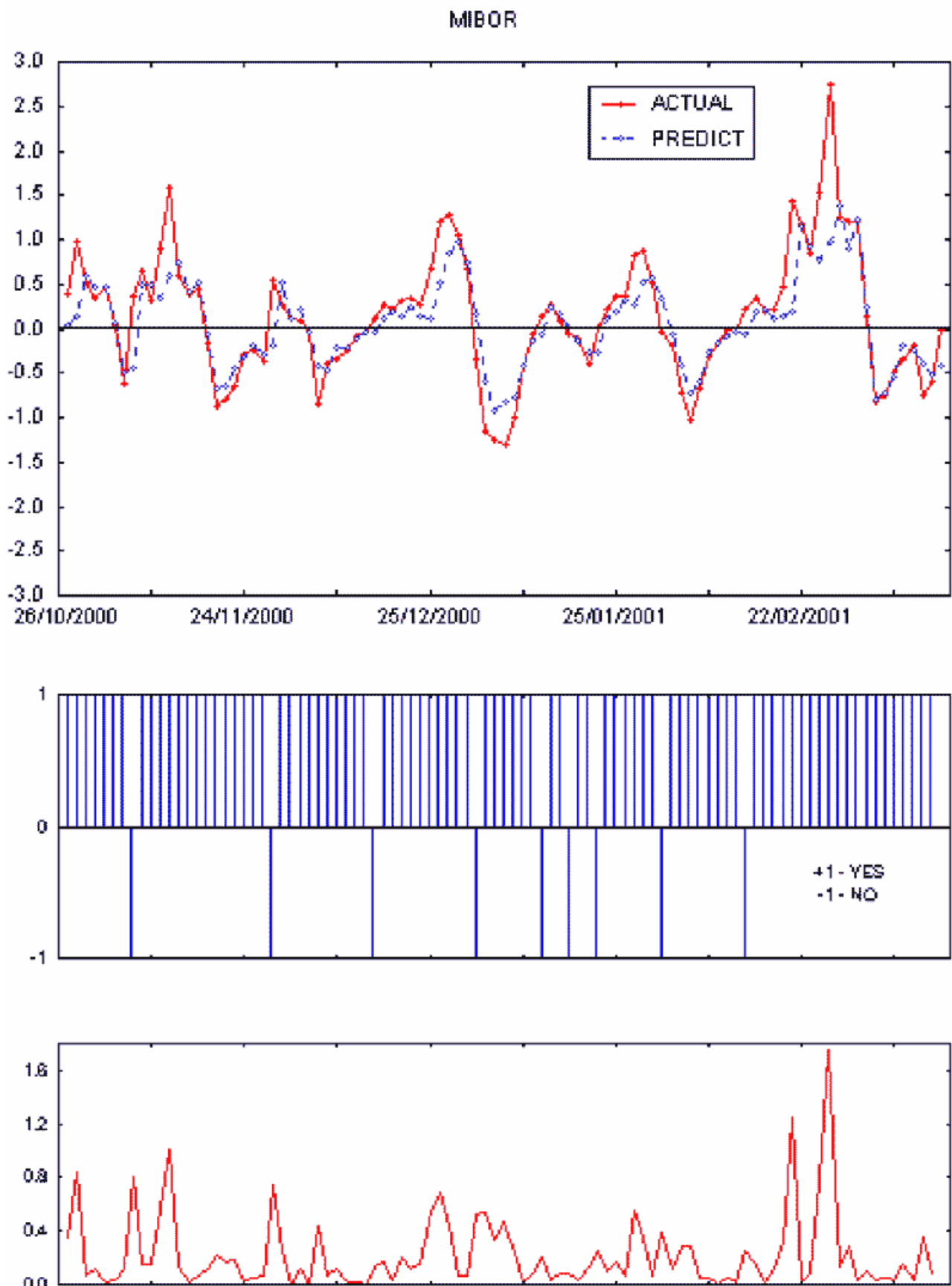


Рис. 96. Нейросетевые предсказания 5-дневных сглаженных относительных изменений однодневной процентной ставки МИБОР – MIBOR

Примечание: Верхний рис. – графики фактического и предсказанного нейросетью изменений, выраженных в процентах; рис. в середине – совпадение знака предсказания на каждый день; нижний рис. – модуль ошибки предсказания, выраженный в процентах. По горизонтальной оси отложены номера отсчетов (дней).

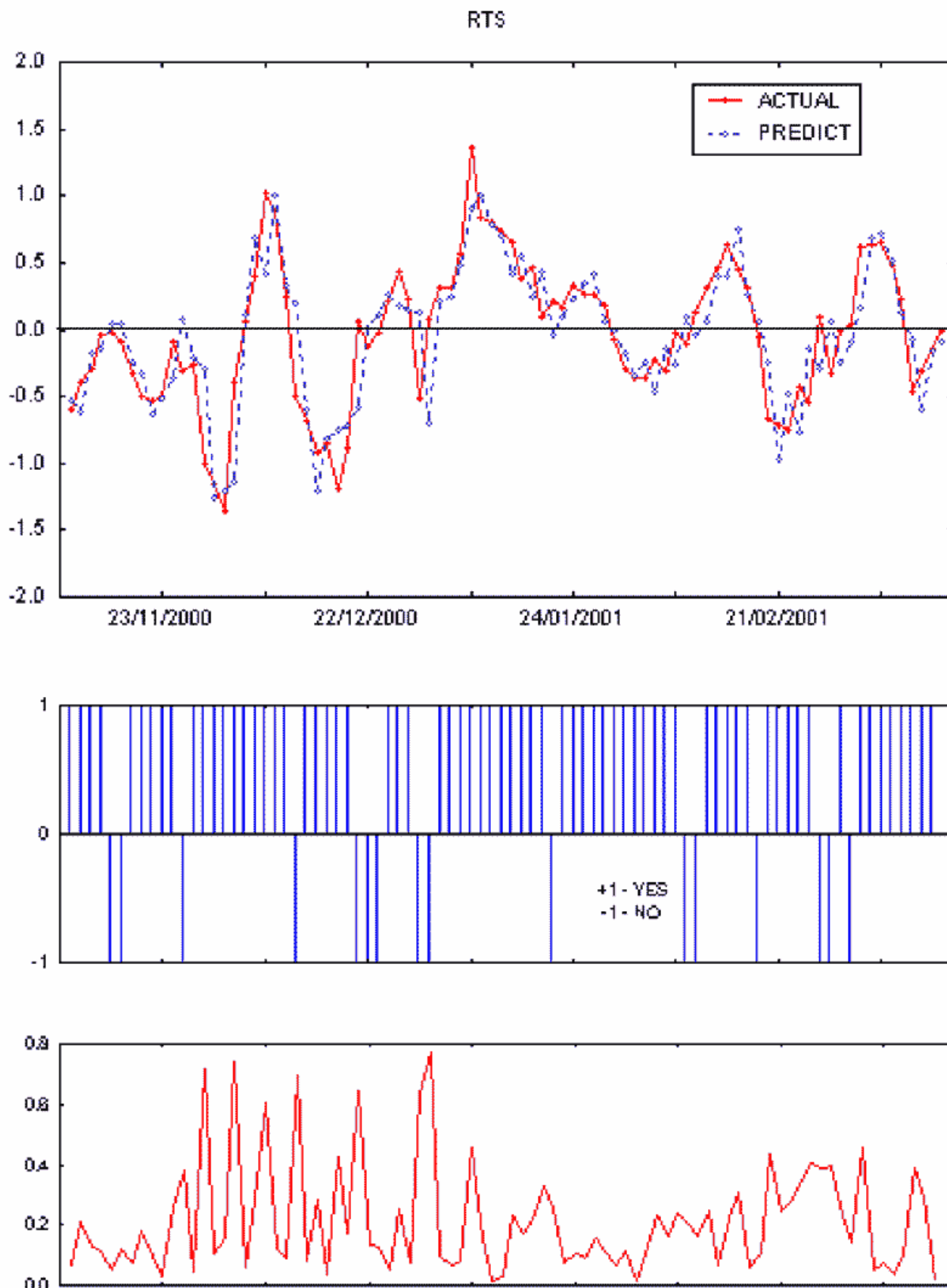


Рис. 9в. Нейросетевые предсказания 5-дневных сглаженных относительных изменений

фондового индекса PTC – RTS

Примечание: Верхний рис. – графики фактического и предсказанного нейросетью изменений, выраженных в процентах; рис. в середине – совпадение знака предсказания на каждый день; нижний рис. – модуль ошибки предсказания, выраженный в процентах. По горизонтальной оси отложены номера отсчетов (дней).

Успех нейросетевых предсказаний зависит от типа информации, подаваемой на вход, и от того, какие характеристики выходных данных значимы в задаче прогноза. В построенной сети на один из входов подавались значения дневных относительных изменений котировок EUR/RUR, ставки MIBOR и индекса RTS, выраженные следующим образом: изменению 1,5 % соответствовало значение 1,5. На другой вход подавались средние дневные изменения за последние 5 дней. Использование сглаживающих средних было необходимо в связи с высокой шумовой компонентой в данных. Выходом сети было сдвинутое на 1 день вперед значение 5-дневного скользящего среднего. Таким образом, сеть давала прогноз сглаженного 5-дневного среднего на один день в будущее.

Из всевозможных конфигураций нейросетей была выбрана рекуррентная нейросеть с обратной связью от скрытого слоя ко входному (см. рис. 10).

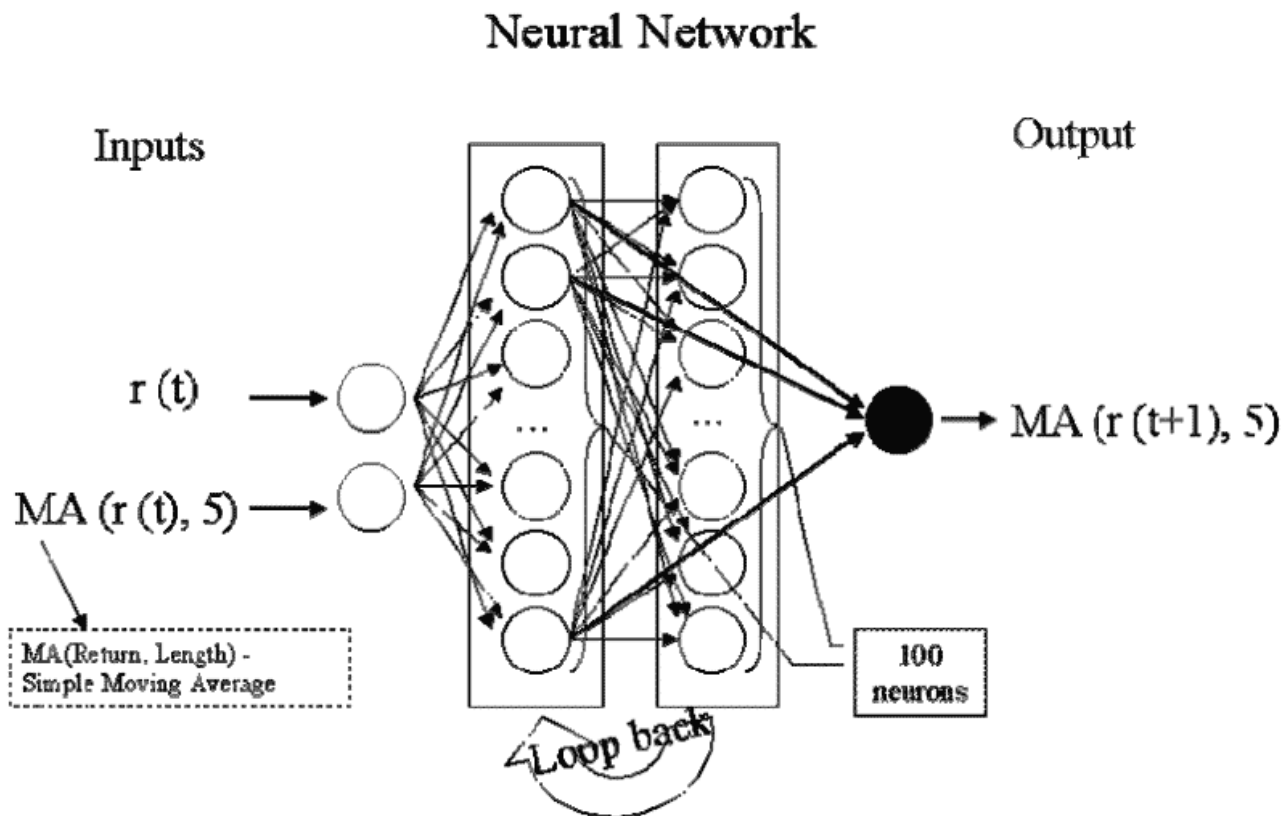


Рис. 10. Архитектура нейронной сети Элмана – Джордана, использованной для прогноза

Этот тип сетей с обучением методом обратного распространения ошибки успешно использовался для предсказания финансовых рынков, поскольку именно рекуррентная сеть выучивает закономерности в последовательности величин, что необходимо для работы с временными рядами. Недостатком такой сети является длительное время обучения. *Послойные сети*, обучаемые этим методом, на каждый идентичный входной паттерн отвечают одним и тем же паттерном на выходе. *Рекуррентные сети* могут отвечать на один и тот же входной паттерн по-разному, в зависимости от того, какой паттерн был предшествовавшим. Таким образом, для них существенна последовательность обучающих примеров. Иными словами, рекуррентные

сети могут быть обучены так же, как стандартные сети с обратным распространением ошибки, однако обучающие примеры должны быть упорядочены и не могут предъявляться сети в случайно выбранном порядке. Существенная разница с послойными сетями заключается в наличии у сети Элмана – Джордана дополнительного блока, хранящего информацию о предыдущих входах. Он может быть интерпретирован как блок долговременной памяти нейросети.

Нейроны скрытого слоя сети Элмана – Джордана имеют логистическую функцию активации $f(x)=1/(1+\exp(-x))$, тогда как нейроны выходного слоя обладают линейной функцией активации. Такая комбинация позволяет аппроксимировать любую функцию с конечным числом разрывов с заданной точностью. Мы использовали симметричную логистическую функцию активации $f(x)=(2/(1+\exp(-x)))-1$. Это не влияло на предсказательные свойства сети, но приводило к более быстрой сходимости алгоритма обучения для данного типа временных рядов. По сути, единственным требованием к сети было достаточное число нейронов в скрытом слое, поскольку их число должно возрасти пропорционально сложности анализируемых данных.

Наиболее трудным в использовании нейросетей является выбор момента остановки обучения. Если сеть обучать недолго, то она не выучит выборку обучающих примеров. Если сеть обучать слишком долго, то она выучит примеры с шумами со сколь угодно высокой точностью, но окажется неспособной обобщать примеры (т.е. действовать схожим образом на данных, не входивших в обучающее множество). Для преодоления этой трудности мы использовали процедуру калибровки с тем, чтобы оптимизировать сеть, применяя ее к независимому тестовому множеству примеров в процессе обучения. Калибровка позволяет найти оптимум нейросети на тестовом множестве, означая способность сети к обобщению, т.е. получению хороших результатов на новых данных. Это достигается вычислением среднеквадратичной ошибки между реальными и предсказанными выходами. Мы использовали среднеквадратичную ошибку как стандартную статистическую меру качества фитирования.

Нейросетевые прогнозы изменения дневной динамики в различных секторах российского финансового рынка

Опишем необходимые технические детали, связанные с обучением и прогнозом использованной нами нейросети на описанных выше данных.

Из каждого временного ряда выделялось 3 подмножества:

- тренировочное (примеры, на которых обучалась сеть) – первые 395 значений для EUR/RUR, 995 значений для MIBOR и 1095 значений для RTS;
- тестовое (примеры, которые служили для предотвращения переобучения сети или калибровки) – следующие 100 значений для EUR/RUR и 200 значений для MIBOR и RTS;
- рабочее (примеры, которые сеть не видела) – последние 87 значений временного ряда для EUR/RUR, 95 значений для MIBOR и 86 значений для RTS.

Эффективность предсказаний нейросети проверялась сравнением фактического значения и предсказанного нейросетью.

Критериями качества предсказания служили следующие параметры:

- *Число эпох и время обучения* – показатели, сколь долго сеть способна улучшать предсказания на тестовом множестве. Под эпохой обучения понимают однократное предъявление сети

набора обучающих примеров. Число эпох и время обучения меняются в зависимости от заданных темпа обучения и момента, устанавливаемых из желаемой точности предсказания. Чем меньше их значения, тем более точен результат и тем дольше обучается нейросеть. В использованной сети оба параметра имели значение 0,003.

- Коэффициент Q сравнивает точность нейросетевой модели с точностью модели, предсказания которой одинаковы и совпадают со средним значением всех примеров. Для последней модели коэффициент Q равен нулю. Самый лучший результат достигается, если Q принимает значение 1, для очень хорошего результата Q близок к 1, для очень плохого – в окрестности 0. Если нейросетевое предсказание оказывается хуже, чем предсказание на основе среднего по всем примерам, то значение Q может оказаться меньше 0.
- r -квадрат – коэффициент детерминации, равный отношению дисперсии предсказанных значений к дисперсии фактических, показывая, какая часть дисперсии предсказанных значений объясняется уравнением регрессии.
- Средняя ошибка – усредненный по обработанным примерам модуль разности между предсказанным и фактическим значениями.
- Максимальная ошибка – это максимальный модуль разности между предсказанным и фактическим значениями среди всех обработанных примеров.
- Процент (%) правильного предсказания знака изменения – это отношение числа примеров, для которых знаки реального и предсказанного значения совпадают, и общего числа обработанных примеров, умноженное на 100.

Ниже с помощью данных критериев оценена эффективность нейросетевых предсказаний дневной динамики EUR/RUR, MIBOR, RTS. Результаты сведены в *табл. 3*. Она состоит из трех блоков. Второй блок таблицы содержит статистику, относящуюся к тренировочному множеству данных по трем временным рядам. Третий блок отражает статистику по рабочим множествам прогнозируемых временных рядов.

Таблица 3. Численные характеристики качества нейросетевого прогноза

Позиции	Курс EUR/RUR	Ставка МИБОР	Индекс РТС
Число эпох обучения	5886	3575	658
Время обучения (часов округленно)	02:13:41	02:32:01	00:38:23
Число примеров для обучения	395	995	1095
Коэффициент Q	0,7804	0,6082	0,8390
r -квадрат	0,7812	0,6153	0,8399
Средняя ошибка, %	0,044	0,169	0,196
Мах. ошибка, %	0,215	1,705	1,332
% правильных предсказаний знака изменения	76	79	80
Число примеров для предсказаний	92	95	86
Коэффициент Q	0,6464	0,6918	0,6829
r -квадрат	0,6658	0,7276	0,6963
Средняя ошибка, %	0,046	0,241	0,224
Мах. ошибка, %	0,153	1,755	0,843
% правильных предсказаний знака изменения	76	89	80

Мы видим, что из трех проанализированных финансовых инструментов наилучшие предсказания достигаются на MIBOR, наихудшие – на EUR/RUR, промежуточные – на RTS. Это следует из значений коэффициента Q на рабочем множестве (см. нижний блок *табл. 3*), хотя визуально на *рис. 9а, 9б и 9в* отличия в качестве прогнозов заметить довольно трудно. Следует отметить, что несмотря на примерно одинаковое время обучения для EUR/RUR и MIBOR, качество обучения нейросети на EUR/RUR выше, чем на MIBOR (см. значения коэффициента Q

во втором блоке *табл. 3*), хотя число примеров обучения для EUR/RUR было значительно меньше. Вместе с тем сеть, обучаемая на данных RTS, достигла наилучшего качества обучения за существенно меньшее время. Это означает, что найти скрытые закономерности, содержащиеся в котировках EUR/RUR, значительно сложнее, чем соответствующие закономерности в MIBOR и тем более в RTS. В то же время наилучшее качество прогноза достигается как раз на MIBOR, а наихудшее – на EUR/RUR. Все это свидетельствует о том, что скрытые закономерности, обнаруженные нейросетью в MIBOR, сохраняют свой характер на более длительных интервалах времени по сравнению с EUR/RUR или, иными словами, котировки EUR/RUR более подвержены смене внутренних закономерностей, что и приводит к наихудшему качеству прогноза. Более явный анализ упомянутых скрытых закономерностей в анализируемых секторах рынка мог бы быть проведен методами, отличными от нейросетевых, такими, например, как методы хаотической динамики и мультифрактальный анализ. Однако применение этих методов выходит за рамки настоящей работы.

В целом обзор среднесрочных волн в движении котировок первичных активов на российских финансовых рынках в 1992 – 2001 гг., базирующийся на принципах суждения, и анализ краткосрочной динамики производных финансовых инструментов в тех же секторах рынка (валютном, денежном, фондовом) нейросетевыми методами выступали взаимодополняющими, непротиворечиво освещающая динамические процессы в финансовой сфере под различными углами зрения.

Так, нейросетевые подходы являются во многом одной из продвинутых ветвей современного технического анализа финансовых рынков, который, в свою очередь, относится к классу так называемых модельно-базируемых способов прогнозирования валютно-финансовых индикаторов. Авторы весьма консервативно относились к прогностическим свойствам финансовых моделей и возможностям их применения для принятия решений, не питая излишних иллюзий на этот счет. Современный финансовый мир живет естественной жизнью, развиваясь по собственным законам, так что невозможно (даже при помощи новейших технических средств) изобрести универсальное средство, гарантирующее перманентные плановые успехи принимаемых решений, наподобие «философского камня» (из арсенала средневековых алхимиков), превращающего недргоценные металлы в золото. Фундаментальной посылкой нашего исследования была необходимость сочетания продвинутой финансовой аналитики и осторожного суждения относительно рыночной динамики.

В то же время новые подходы к финансовой динамике, безусловно, обогащают наше представление о ней и могут служить в умелых руках важным инструментом «подсказок» при принятии решений.

1. Обзор этой конференции см.: [В мире науки, 1989, февраль].
2. Термин «форексный» (от англ. Forex (Foreign Exchange)) используется авторами для отличия валютного рынка от евровалютного (Eurocurrency), который является денежным офшорным рынком.
3. Котировки до 1998 г. даны в фактической размерности (в «старых» рублях). В январе 1998 г. в России была проведена так называемая техническая «деноминация» рубля, в ходе которой 1000 «старых» рублей (их масштаб остался еще от советской плановой экономики) обменивалась на 1 «новый» рубль. Следовательно, курс 140 руб./долл. в 1992 г. эквивалентен курсу в 0,14 руб./долл. в новых рублях. Наоборот, текущий курс в 30 новых руб. за долл. в 2001 г. равен курсу в 30 тыс. старых руб. за долл.
4. Для выплат по валютным форвардным обязательствам – теперь уже 15 октября 1998 г.
5. Минимальный уровень курса – 27,64 руб./долл., т. е. экстремальная амплитуда составила $\pm 2,2$ %. Стандартное отклонение – около 1,5 %.

6. Баррель нефти стоил около 9 долл. в августе 1998 г., но порядка 35 долл. – через 2 года.
7. Вместо ожидаемых Правительством 18 % на 2000 г. фактический рост инфляции – около 12 % за год. В итоге на 2001 г. в госбюджет была заложена ожидаемая инфляция в 12 %.
8. Понятно, что падение доллара до такого уровня резко уменьшило бы ценовые конкурентные преимущества российских экспортеров и импортозамещающего сектора. Одному из авторов статьи неоднократно задавался вопрос о вероятности падения доллара до 15 руб./долл. летом 2000 г. (в частных беседах, в ходе консалтинговой деятельности, в процессе чтения коммерческих лекций) российскими бизнесменами, серьезно озабоченными таким неблагоприятным для них разворотом событий.
9. О скачках на валютных и фондовых рынках см., напр.: [Jorion, 1988].
10. На международных евровалютных рынках – это ставки привлечения ЛИБИД (от LIBID – London InterBank Bid Rate) и размещения ЛИБОР (от LIBOR – London InterBank Offered Rate), на иностранных рынках – это ставки денежного рынка (Money Market Rates).
11. Первоклассные обзоры политики Центральными банками ФРГ, США содержатся в книгах еще советского периода (см.: [Шенаев, Макаров, 1977; Бобраков, 1988]). О современной теории монетарной политики Центрального банка см. также: [Mishkin, 1995].
12. ГКО — это государственные краткосрочные обязательства (аналог казначейских векселей в США), используемые для «неинфляционного» финансирования дефицита госбюджета. Впервые их выпустили в мае 1993 г. Стоимость финансирования по ним не должна была превышать ставки рефинансирования ЦБР.
13. В тот день ЦБР повысил ее в 3 раза (с 50 %), вызвав огромную панику во второй половине дня как на оптовом, так и на розничном валютных рынках. В Петербурге, в частности, банки продали практически все ветхие и мелкономинальные (1, 5, 10 долл.) долларовые купюры. На Невском проспекте можно было видеть людей буквально с «авоськами», полными такого рода валютной наличностью – столь велико было желание населения избавиться от горячих («обжигавших руки») рублевых банкнот и средств на банковских счетах.
14. Доу-Джонс включает акции 30 ведущих мультинациональных компаний, котирующихся на Нью-Йоркской фондовой бирже (NYSE – New York Stock Exchange). НАСДАК (NASDAQ – National Association Security Dealers Automated Quotations) охватывает акции новых высокотехнологичных компаний, продаваемых через электронные сети рынка ОТС (Over The Counter).
15. Библиографию о длинных волнах конъюнктуры см., напр.: [МЭИМО. 1989. № 6. С. 125].
16. Российский фондовый рынок в период с середины 1996 г. и до конца 1997 г. называли «рынком быков» (bull market), подчеркивая оптимистические, повышательные настроения, господствовавшие на нем (см., напр.: [Elder, 1999]). Причем многие американские аналитики и практики усиленно рекомендовали своим согражданам инвестировать во «внезапно появившиеся» российские активы.
17. Этому способствовала договоренность Российского Правительства с Лондонским клубом об отсрочке возврата советских долгов, обычная игра на повышение перед президентскими выборами.
18. О валютной единице ЭКЮ (ECU – European Currency Unit), предшественнице евро, см., напр.: [Котелкин, 1981].
19. Данные за период 04.01.1999 – 18.05.2001 гг. по курсу евро/рубль и за период 03.01.1996 – 16.03.2001 гг. по ставке МИБОР взяты с Интернет сайта Центрального банка России (www.cbr.ru); данные за период 01.09.1995 – 06.03.2001 гг. по индексу РТС взяты с Интернет сайта РТС (www.rts.ru).
20. Круг этих вопросов связан с наличием хаотической динамики на финансовых рынках и выходит за рамки статьи (см., напр.: [Mantegna, Stenley, 2000; Ежов, Шумский, 1998; Arthur, LeBaron, ets., 1997; LeBaron, 1997; LeBaron, Brock, ets., 1996; LeBaron, 1994; Peters, 1996]).
21. Сложность данных оказалась такой, что удалось ограничиться 100 нейронами в скрытом слое.
22. Фитирование – аппроксимация реальных данных прогнозируемыми.

23. Обзор базовых подходов к традиционному прогнозированию обменных курсов см.: [Котелкин, Котелкин, 1994].
24. От англ. Judgement Method.
25. От англ. Sophisticated (изоощренный).
26. От англ. Model Based Approaches.
27. Такого рода выводы следует признать не случайными – например, о консистентности разновременных прогнозов на валютном рынке различными методами писал К. Фрут [Froot, 1989].

Список литературы

1. Библиография о длинных волнах конъюнктуры // МЭиМО. 1989. № 6. С. 125.
2. Бобраков Ю.И. США: Центральный банк и экономика. М., 1988.
3. В мире науки. Scientific American. Издание на русском языке. М., 1989. С. 92 – 93.
4. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе (Сер. Учебники экономико-аналитического института МИФИ / Под ред. В.В. Харитонов). М., 1998.
5. Жиров В.И., Котелкин С.В. Внешнеэкономические контракты фирм: валютные доходы и циклы валютных курсов // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. Экономика. 1992. Вып. 3.
6. Иванов С.И. Долговременные колебания темпов роста капиталистической экономики // Современный капитализм: общественное воспроизводство и денежное обращение. Л., 1989.
7. Котелкин В.И., Котелкин С.В. Прогнозирование динамики валютных курсов: базовые подходы // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. Экономика. 1994. Вып. 2.
8. Котелкин С.В. Новая форма международного валютного регулирования (ЕВС) // Проблемы воспроизводства капитала в условиях развитого ГМК / Под ред. С.И. Иванова. Л., 1981.
9. Котелкин С. В. Валютные курсы и ставки процента // Долги и кредиты в современной капиталистической экономике / Под ред. И.К. Ключникова, Ю.В. Пашкуса, Н.В. Раскова. Л., 1989.
10. Котелкин С. В. Длинные волны цен – индикатор больших циклов // Закономерности экономического роста: анализ зарубежного опыта / Под ред. С.И. Иванова. Л., 1992.
11. Котелкин С.В., Мадорский Е.Л., Тумарова Т.Г. Привлечение ресурсов в кризисной финансовой среде // Известия СПбУЭФ. 1999. № 3.
12. Мадорский Е.Л. Современный азиатский кризис и его уроки для России // Россия в системе МВФКО / Под ред. А.И. Евдокимова. СПб., 1999.
13. Шенаев В.Н., Макаров В.С. Финансовая и денежно-кредитная система ФРГ. М., 1977.
14. Arthur W.B., LeBaron B., Holland J.H., Palmer R., Tayler P. Asset Pricing Under Endogenous Expectations in an Artificial Stock Market // The Economy as an Evolving Complex System II / Ed. by W. B. Arthur, S. Durlauf, D. Lane. Addison; Wesley, 1997.
15. Baestaens D.E., Den Bergh W.M. Van, Wood D. Neural network solutions for trading in financial markets. New York etc., 1994.
16. Cassetti M.D. A neural network system for reliable trading signals // Stocks & Commodities. 1993. Vol. 11. P. 261 – 266.
17. Cumby R., Obstfeld M. A Note on Exchange Rate Expectations and Nominal Interest Differentials: A Test of the Fisher Hypothesis // Journal of Finance. 1981. N 36 (3).
18. Cuthbertson K. Quantitative Financial Economics: Stocks, Bonds, and Foreign Exchange. Wiley, 1996.
19. Demuth H., Beale M. Neural network toolbox for use with Matlab. 1997. Version 3.0, Users Guide, The Mathworks, Inc.
20. Elder A. Rubles to Dollars. Making Money on Russia's Exploding Financial Frontier. New York, 1999.

21. Froot K., etc. On the Consistency of Short-Run and Long-Run Exchange Rate Expectations // *Journal of International Money and Finance*. 1989. N 8 (4). Dec.
22. Giles C.L., Lawrence S., Tsoi A.Ch. Rule inference for financial prediction using recurrent neural networks // *Proceedings of IEEE/IAFE Conference on computational intelligence for financial engineering IEEE, Piscataway*. New York, 1997. P. 253 – 259.
23. Hecht-Nielsen R. *Neurocomputing*. New York etc., 1990.
24. Jojima K. *Okonomie und Physik. Eine neue Dimension der interdisziplinaren Reflexion*. Berlin, 1985.
25. Jorion P. On Jump Processes in the Foreign Exchange and Stock Markets // *Review of Financial Studies* 1. 1988. N 4.
26. Kean J. Chaos theory and neural network analysis // *Stocks & Commodities*. 1992. Vol. 10. P. 251 – 253.
27. Kuo J.-M., Principe J.C., deVries B. Prediction of chaotic time series using recurrent neural networks // *IEEE Workshop NN for SP*, 1992.
28. Lapedes A., Farber R. *Nonlinear signal processing using neural networks: prediction and system modelling*, technical report LA-UR-87-2662. Los Alamos, 1987.
29. LeBaron B. Chaos and Nonlinear Forecastability in Economics and Finance // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 1994. Vol. 348. P. 397 – 404.
30. LeBaron B. A Fast Algorithm for the BDS Statistic // *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 2. 1997. Vol. 2. P. 53 – 59.
31. LeBaron B., Brock W.A, Dechert W.D., Scheinkman J.A. Test for Independence Based on the Correlation Dimension // *Econometric Reviews*. 1996. N 15. P. 197 – 235.
32. Lothian J., Taylor M. Real Exchange Rate Behavior: The Recent Float from the Perspective of the Past Two Centuries // *Journal of Political Economy*. 1996. June.
33. Mantegna R.N., Stanley H.E. *An introduction to econophysics. Correlations and complexity in finance*. Cambridge, 2000.
34. Meese R. Currency Fluctuations in the Post-Bretton Woods Era // *Journal of Economic Perspective*. 1990. N 1.
35. Mishkin F. *Economics of Money, Banking, and Financial Markets*. New York, 1995.
36. Peters E.E. *Chaos and Order in Capital Market*. New York, 1996.
37. Poddig Th. Short Term Forecasting of the USD/DM-Exchange Rate, *Proceedings of the first International Workshop on Neural Networks in the Capital Markets / Ed. by A.N. Refenes*. London, 1993.
38. Poddig Th. Developing Forecasting Models for Integrated Financial Markets using Artificial Neural Networks // *Neural Network World*. 1998. N 1. P. 65 – 80.
39. Poddig Th., Rehkugler H.A. World Model of Integrated Financial Markets using Artificial Neural Networks // *Journal of Neurocomputing*. 1996. N 10. P. 251 – 273.
40. Stein J. A Theoretical Explanation of the Empirical Studies of Futures Markets in Foreign Exchange and Financial Instruments // *Financial Review*. 1983. N 18. Febr.
41. Stowe J. *Study Guide to Accompany Contemporary Financial Management* by R. Moyer, J. McGuigan, W. Kretlow. 6th Ed. New York, 1995.
42. Troop A. International Financial Market Integration and Linkages of National Interest Rates // *Federal Reserve Bank of San Francisco Economic Review*. 1994. N 3.
43. Wheatley S. Some Tests of International Equity Integration // *Journal of Financial Economics*. 1988. N 21.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ НЕЙРОСЕТЕВЫМИ МЕТОДАМИ

Дмитриева Людмила Анатольевна
Куперин Юрий Александрович
Сорока Ирина

Новизна проблематики состоит в анализе финансовой динамики нейросетевыми методами в комбинации с подходами, развитыми в экономифизике. Нейросетевой подход к анализу и прогнозированию финансовых временных рядов, использованный в статье, основывается на парадигме теории сложных систем и ее применимости к анализу финансовых рынков [см.: Mantegna, Stanley, 2000]. Использованный нами подход является оригинальным и отличается от подходов других авторов [см.: Baestaens, Van Den Bergh, Wood, 1994; Ежов, Шумский, 1998] в следующих аспектах. При выборе архитектуры сети и способа прогнозирования мы проводили глубокую предварительную обработку данных, используя методы теории сложных систем: фрактальный и мультифрактальный анализ, тесты нестационарности, вейвлет-анализ, методы нелинейной и хаотической динамики [см., напр. Arthur, LeBaron, Holland, Palmer, Tayler, 1997; LeBaron, 1997, LeBaron, Brock, Dechert, Scheinkman, 1996; LeBaron, 1994; Peters, 1996]. В настоящей работе мы не описываем этапов и методов этой предварительной обработки данных. Однако предварительный анализ позволил оптимизировать параметры нейросети, определить горизонт прогноза и провести сравнение качества предсказаний для временных рядов из различных секторов финансового рынка. В частности, для сравнения качества предсказания различных финансовых рядов нейросетью одной и той же архитектуры мы нормировали исходные данные к одинаковой дисперсии.

Исследуемые в статье проблемы, непосредственно касающиеся деятельности профессионалов финансовых рынков, тесно связаны с задачами менеджмента организаций, как оперативными, так и стратегическими, поскольку принятие решений корпоративными менеджерами зависит от понимания ими перспектив изменения хозяйственной (в частности, финансовой) среды [см., напр., Котелкин, Мадорский, Тумарова, 1999].

Постановка задачи нейросетевого анализа

Рассмотрим динамические процессы на валютном, денежном, капитальном рынках в краткосрочные периоды, прогнозируя дневную динамику методами нейронных сетей [Baestaens, Van Den Bergh, Wood, 1994; Hecht-Nielsen, 1990; Kean, 1992; Cassetti, 1993; Kuo, Principe, deVries, 1992].

Анализируемые инструменты для международных финансовых рынков – это фьючерсы:

- на курс доллар США – немецкая марка (обозначен как DM);
- на ставку процента ЛИБОР по евродолларах (ED);
- на фондовый американский индекс Стэндарт-энд-Пурс S&P500 (SP).

Анализируемые инструменты российского финансового рынка – это:

- курс единой европейской валюты Евро к российскому рублю (обозначен как EUR/RUR);
- однодневная ставка процента МИБОР (MIBOR);

— российский фондовый индекс РТС (RTS).

Цель данного исследования – показать, что нейронные сети способны находить скрытые динамические закономерности в данных, на которых они обучаются, и (на этой основе) прогнозировать динамику, статистически оценивая результаты прогноза. Следует отметить, что хорошо обученная нейронная сеть часто находит в данных закономерности, не доступные человеку-аналитику.

Отметим две особенности нейросетевого анализа. Если в данных, на которых обучалась нейросеть, не отражены ценовые изменения, обусловленные экзогенными факторами (начало, окончание войн, реформа валютной системы, неожиданные результаты выборов президента, последствия террористических атак), то нейросеть не сможет предсказать похожие ценовые изменения в будущем. В то же время нейронные сети эффективны для предсказаний финансовых крахов, паник, если они порождены эндогенными факторами (искаженное распространение информации, рост курсов из-за больших покупок, падения из-за больших продаж, изменение ликвидности рынков, нелинейность корректировки курсов).

Методы нейросетевого анализа и прогнозов

Нейронные сети – это системы искусственного интеллекта, способные к самообучению в процессе решения задач [Baestaens, Van Den Bergh, Wood, 1994; Hecht-Nielsen, 1990; Kean, 1992; Casseti, 1993; Kuo, Principe, deVries, 1992; Giles, Lawrence, Tsoi, 1997; Demuth, Beale, 1997; Ежов, Шумский, 1998].

- Обучение сводится к обработке сетью множества примеров, состоящих из:
- набора пар входов и выходов (обучение с учителем);
- набора только входов (обучение без учителя).

В первом случае сеть по заданным входам генерирует свои выходы и сравнивает последние с выходами из обучающего набора. Для максимизации выходов, попадающих в допустимый интервал отклонения от обучающих, нейронная сеть модифицирует интенсивности связей между нейронами, из которых она построена, и таким образом самообучается. Прогонка обучающих примеров проводится, пока не достигается желаемая точность совпадения реальных и обучающих выходов. С этого момента нейросеть считается обученной, и может быть применена к обработке данных, похожих на обучающие, но не совпадающие с ними.

Модель любой нейронной сети состоит, таким образом:

- из элементов, обрабатывающих сигналы (нейронов);
- связей между нейронами;
- обучающих схем или правил.

Каждый *нейрон* сети обладает собственным весом (положительным, отрицательным) и так называемой функцией активации. Нейрон обрабатывает входные сигналы, суммируя входы с весами и трансформируя полученный результат в выходной сигнал с помощью *функции активации* (линейной, нелинейной, стохастической). Нейроны сети взаимодействуют друг с другом в зависимости от топологии связей. Последние бывают полными (каждый с каждым), частичными (противоположность полной связи), с петлями обратных связей, без таковых. В каждой задаче требуется свой выбор архитектуры сети. Наличие обратных связей влияет на обучаемость сети (улучшая ее), тогда как степень внутренних связей определяет параллелизм вычислений. Когда нейросети стали популярны, они состояли из одного или двух слоев

нейронов – входного и/или выходного. Круг задач, решаемый такими сетями, был ограничен. Современные многослойные нейросети мощнее, в частности, из-за того, что они формируют внутреннее представление задачи в так называемых скрытых слоях. Иерархические сети используются для распознавания образов. При этом внутренние слои играют роль «детекторов выученных свойств», поскольку активность паттернов в скрытых слоях есть кодирование того, что сеть «думает» о свойствах, содержащихся во входах.

Наиболее популярный обучающий алгоритм – это обратное распространение ошибки, состоящее из взаимосвязанных процессов. В прямом процессе входной сигнал проходит через сеть, генерируя определенный выход. В обратном процессе ошибка (разница между желаемым и полученным выходом) передается от выходных слоев к входным с одновременной модификацией связей нейронов так, чтобы (при последующем прогоне информации через сеть) ошибка на выходном слое уменьшилась. В этом состоит обучение сети.

Опишем методику нейросетевого прогнозирования рассматриваемых в статье финансовых инструментов.

Успех нейросетевых предсказаний зависит от типа информации, подаваемой на вход, и от того, какие характеристики выходных данных значимы в задаче прогноза. В построенной сети на один из входов подавались значения дневных доходностей анализируемых финансовых инструментов, выраженные следующим образом: изменению 1,5 % соответствовало значение 1,5. На другой вход подавались дневные доходности, усредненные за последние 5 дней. Использование сглаживающих средних было необходимо в связи с высокой шумовой компонентой в данных. Выходом сети было сдвинутое на 1 день назад значение 5-дневного скользящего среднего. Таким образом, сеть давала прогноз сглаженного 5-дневного среднего на один день в будущее.

Из всевозможных конфигураций нейросетей была выбрана рекуррентная нейросеть с обратной связью от скрытого слоя ко входному (см. рис. 1).

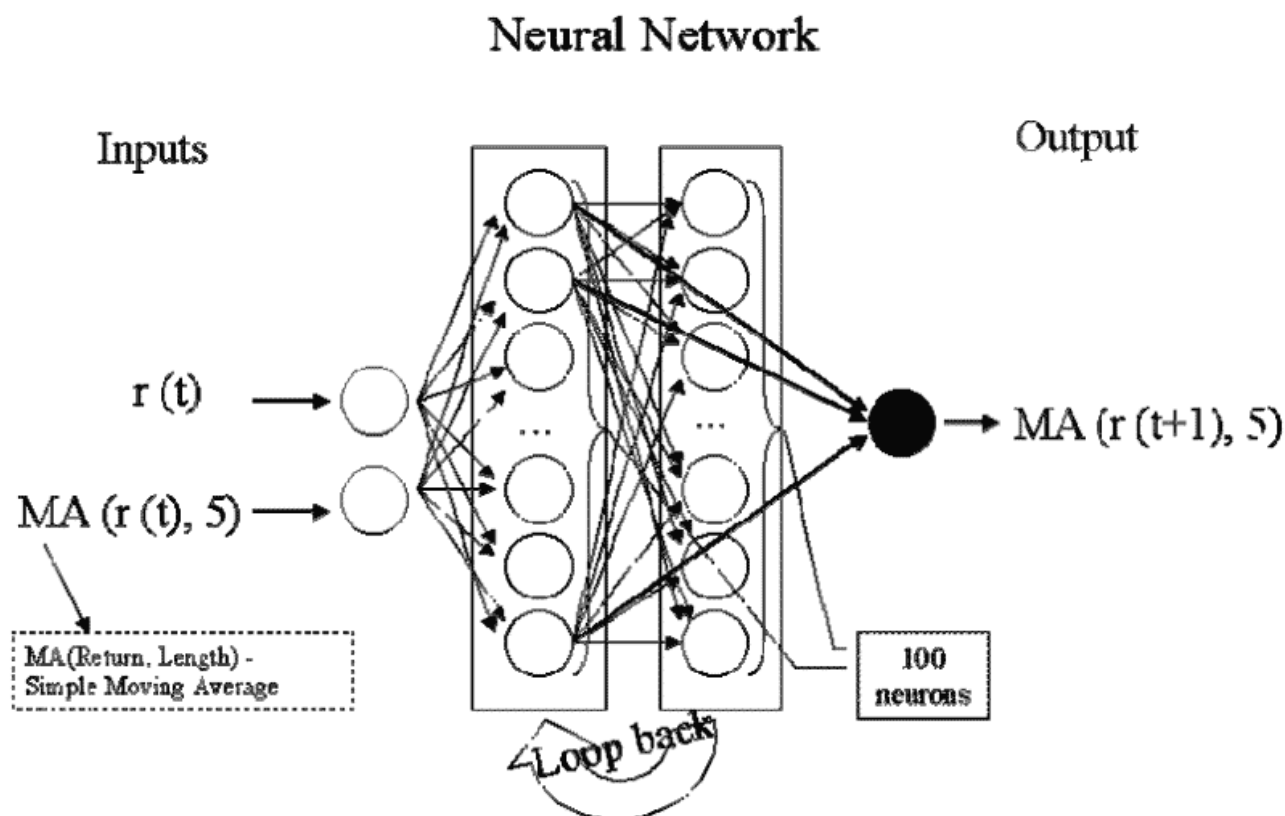


Рис. 1. Архитектура нейронной сети Элмана – Джордана, использованной для прогноза

Этот тип сетей с обучением методом обратного распространения ошибки успешно использовался для предсказания финансовых рынков, поскольку именно рекуррентная сеть выучивает закономерности в последовательности величин, что необходимо для работы с временными рядами. Недостатком такой сети является длительное время обучения. *Послойные* сети, обучаемые этим методом, на каждый идентичный входной паттерн отвечают одним и тем же паттерном на выходе. *Рекуррентные* сети могут отвечать на один и тот же входной паттерн по-разному, в зависимости от того, какой паттерн был предшествовавшим. Таким образом, для них существенна последовательность обучающих примеров. Иными словами, рекуррентные сети могут быть обучены так же, как стандартные сети с обратным распространением ошибки, однако обучающие примеры должны быть упорядочены и не могут предъявляться сети в случайно выбранном порядке. Существенная разница с послойными сетями заключается в наличии у сети Элмана – Джордана дополнительного блока, хранящего информацию о предыдущих входах. Он может быть интерпретирован как блок долговременной памяти нейросети.

Нейроны скрытого слоя сети Элмана – Джордана имеют логистическую функцию активации $f(x)=1/(1+\exp(-x))$, тогда как нейроны выходного слоя обладают линейной функцией активации. Такая комбинация позволяет аппроксимировать любую функцию с конечным числом разрывов с заданной точностью. Мы использовали симметричную логистическую функцию активации $f(x)=(2/(1+\exp(-x)))-1$. Это не влияло на предсказательные свойства сети, но приводило к более быстрой сходимости алгоритма обучения для данного типа временных рядов. По сути, единственным требованием к сети было достаточное число нейронов в скрытом слое, поскольку их число должно возрастать пропорционально сложности анализируемых данных.

Наиболее трудным в использовании нейросетей является выбор момента остановки обучения. Если сеть обучать недолго, то она не выучит выборку обучающих примеров. Если сеть обучать слишком долго, то она выучит примеры с шумами со сколь угодно высокой точностью, но окажется неспособной обобщать примеры (т.е. будет действовать схожим образом на данных, не входивших в обучающее множество). Для преодоления этой трудности мы использовали процедуру калибровки с тем, чтобы оптимизировать сеть, применяя ее к независимому тестовому множеству примеров в процессе обучения. Калибровка позволяет найти оптимум нейросети на тестовом множестве, означая способность сети к обобщению, т.е. получению хороших результатов на новых данных. Это достигается вычислением среднеквадратичной ошибки между реальными и предсказанными выходами. Мы использовали среднеквадратичную ошибку как стандартную статистическую меру качества фитирования.

Нейросетевые прогнозы доходностей

Опишем необходимые технические детали, связанные с обучением и прогнозом использованной нами нейросети на описанных выше данных.

Из каждого временного ряда выделялось 3 подмножества:

- тренировочное (примеры, на которых обучалась сеть) – первые 900 значений для фьючерсов, 395 значений для EUR/RUR, 995 значений для MIBOR и 1095 значений для RTS;
- тестовое (примеры, которые служили для предотвращения переучивания сети или калибровки) – значения фьючерсных рядов с 901 по 1100, следующие за тренировочным подмножеством 100 значений для EUR/RUR и 200 значений для MIBOR и RTS;
- рабочее (примеры, которые сеть не видела) – последние 200 значений для фьючерсных

временных рядов, 87 значений временного ряда для EUR/RUR, 95 значений для MIBOR и 86 значений для RTS.

Результаты предсказания нейросетью рабочего множества всех проанализированных временных финансовых рядов приведены на *рис. 2a – 2в* для международных рынков, и *рис. 3a – 3в* для российского рынка.

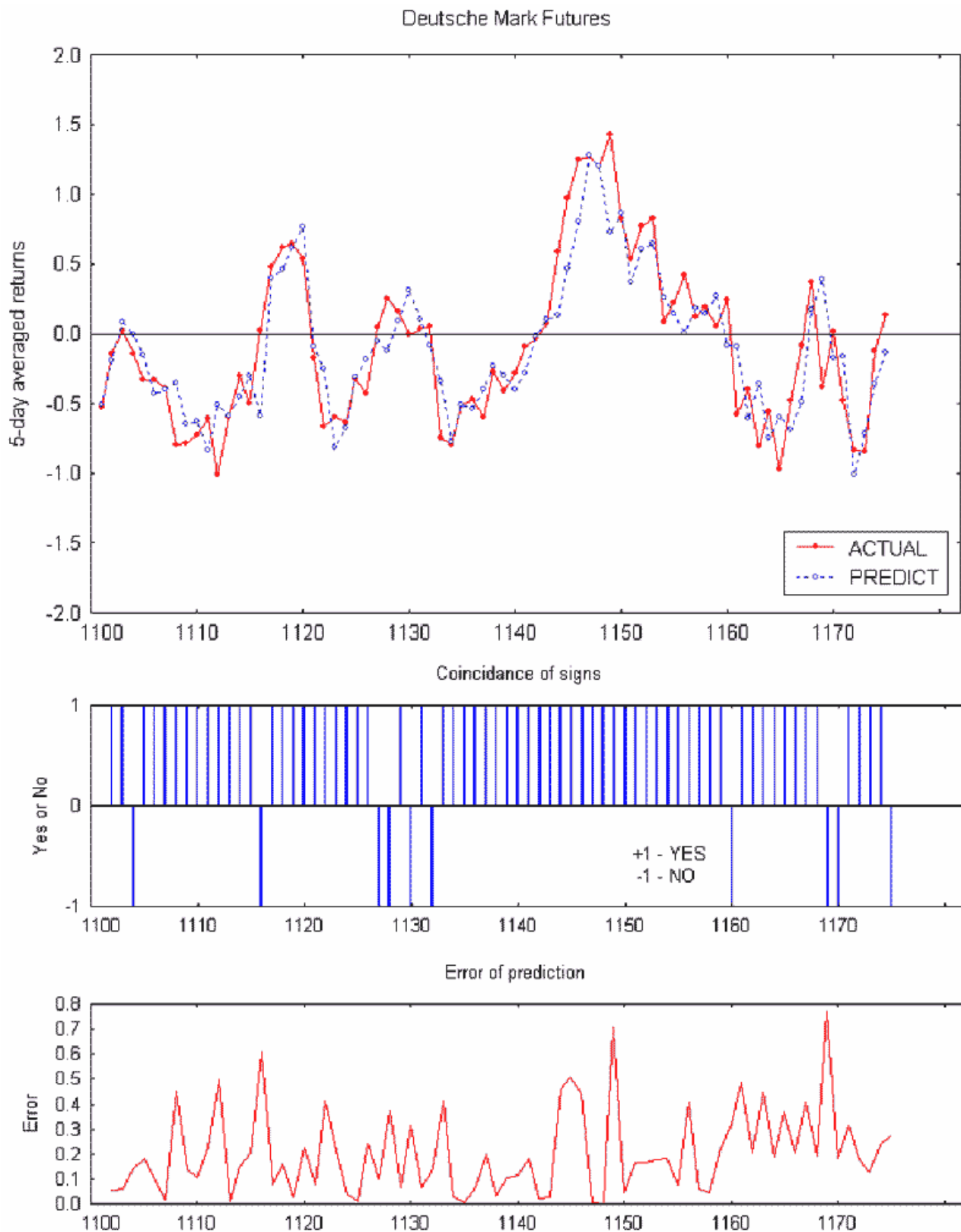


Рис. 2а. Нейросетевые предсказания 5-дневных сглаженных относительных изменений

котировки фьючерса на марку ФРГ – DM

Примечание: Верхний рисунок – графики фактического и предсказанного нейросетью изменений, выраженных в процентах; рисунок в середине – совпадение знака предсказания на каждый день; нижний рисунок – модуль ошибки предсказания, выраженный в процентах. По горизонтальной оси отложены номера отсчетов (дней).

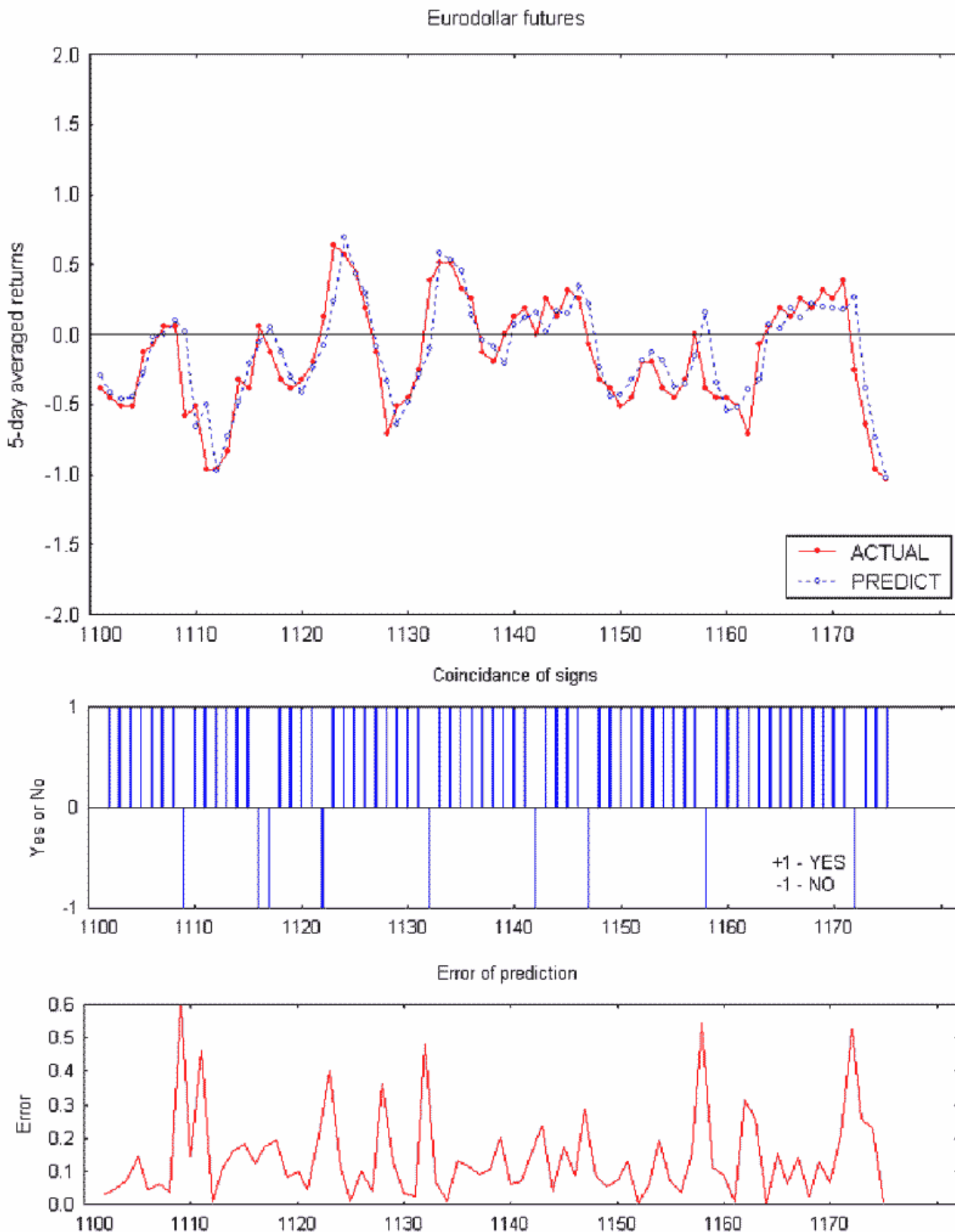


Рис. 26. Нейросетевые предсказания 5-дневных сглаженных относительных изменений котировки фьючерса на евродоллар – ED

Примечание: Верхний рисунок – графики фактического и предсказанного нейросетью изменений, выраженных в процентах; рисунок в середине – совпадение знака предсказания на каждый день; нижний рисунок – модуль ошибки предсказания, выраженный в процентах. По горизонтальной оси отложены номера отсчетов (дней).

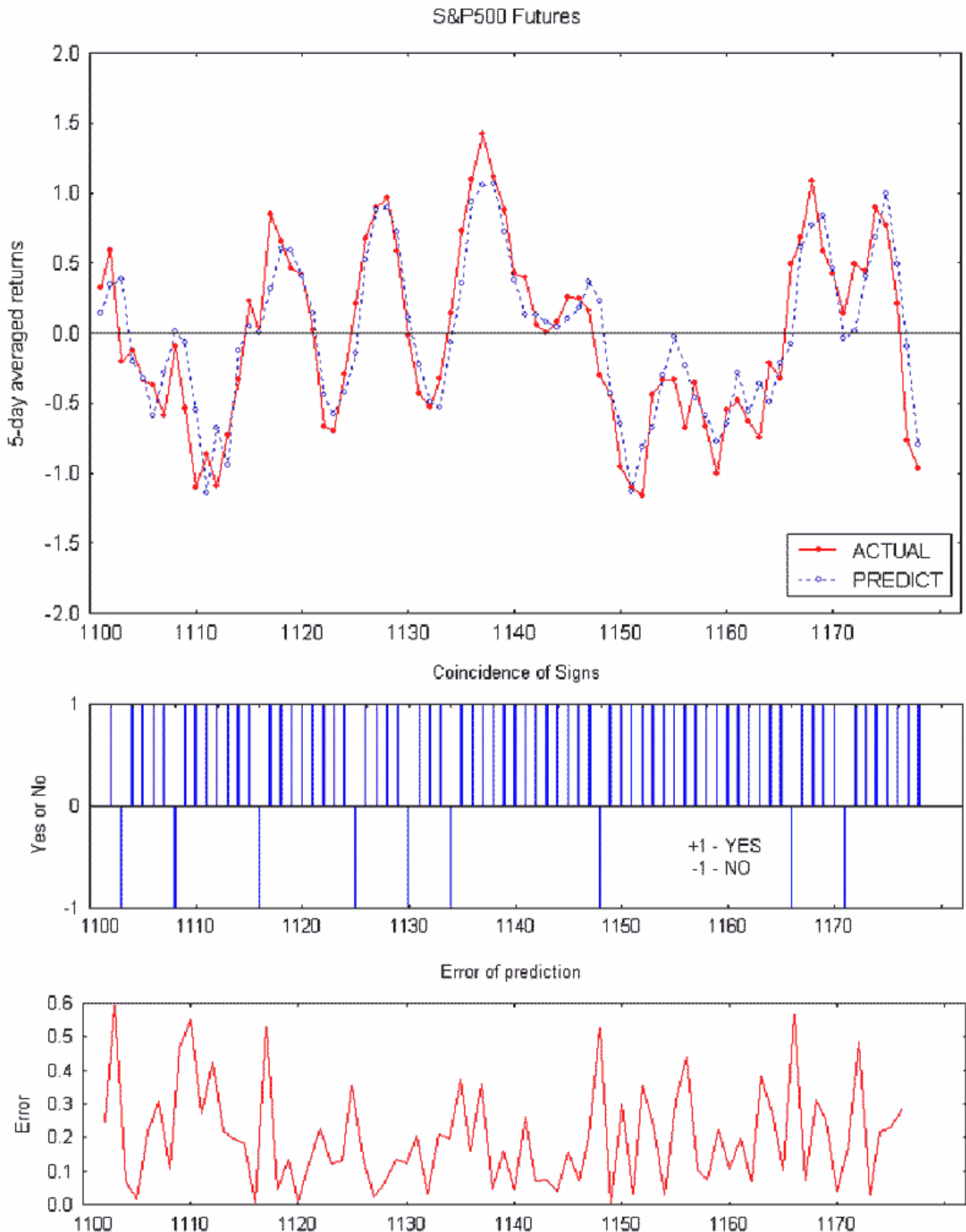


Рис. 2в. Нейросетевые предсказания на рабочем множестве 5-дневных сглаженных относительных изменений котировки фьючерса на биржевой индекс S&P500 - SP

Примечание: Верхний рисунок – графики фактического и предсказанного нейросетью изменений, выраженных в процентах; рисунок в середине – совпадение знака предсказания на каждый день; нижний рисунок – модуль ошибки предсказания, выраженных в процентах. По горизонтальной оси отложены номера отсчетов (дней).

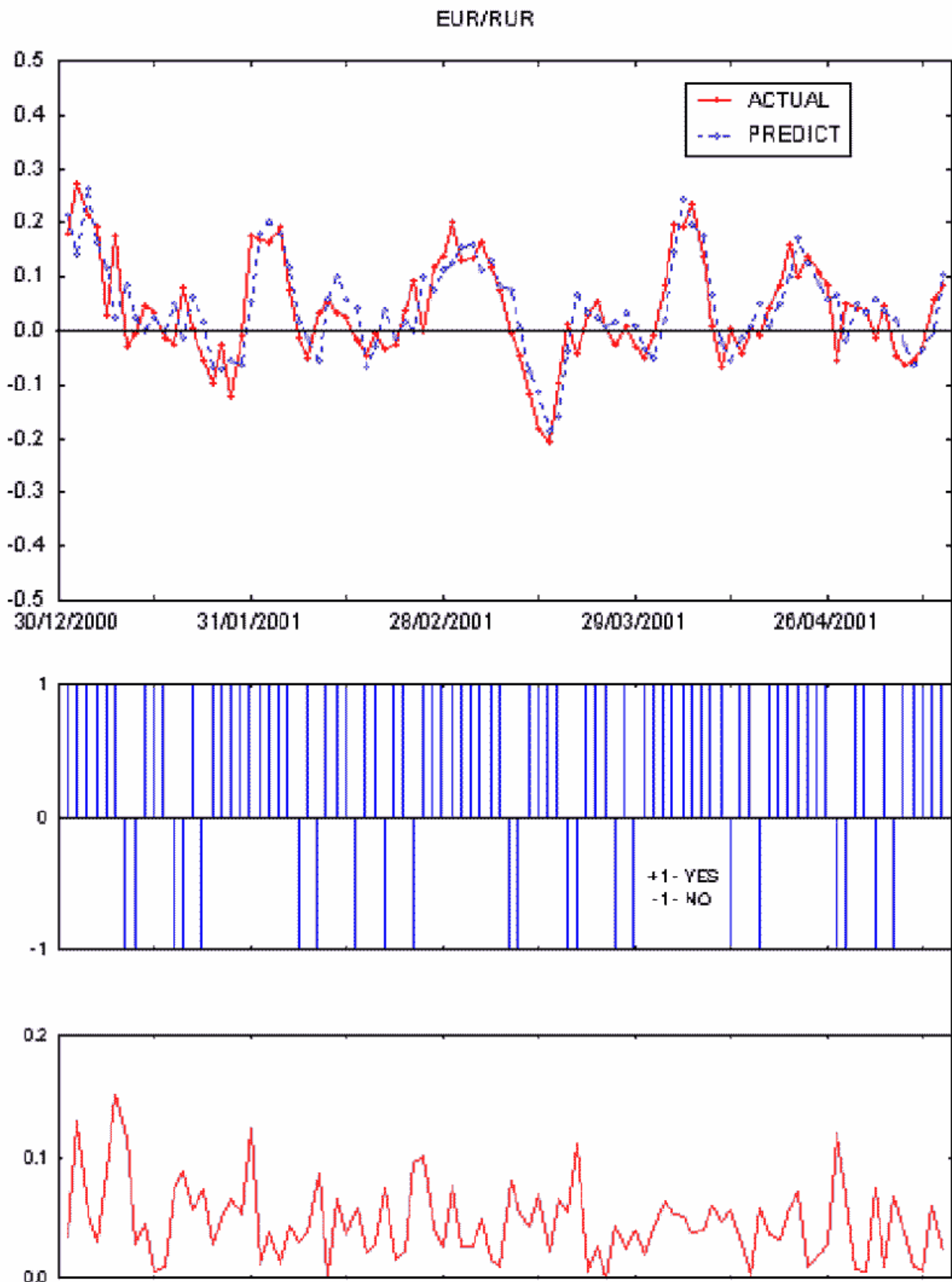


Рис. 3а. Нейросетевые предсказания 5-дневных сглаженных относительных изменений котировки курса Евро к российскому рублю – EUR/RUR

Примечание: Верхний рисунок – графики фактического и предсказанного нейросетью изменений, выраженных в процентах; рисунок в середине – совпадение знака предсказания на каждый день; нижний рисунок – модуль ошибки предсказания, выраженный в процентах. По

горизонтальной оси отложены номера отсчетов (дней).

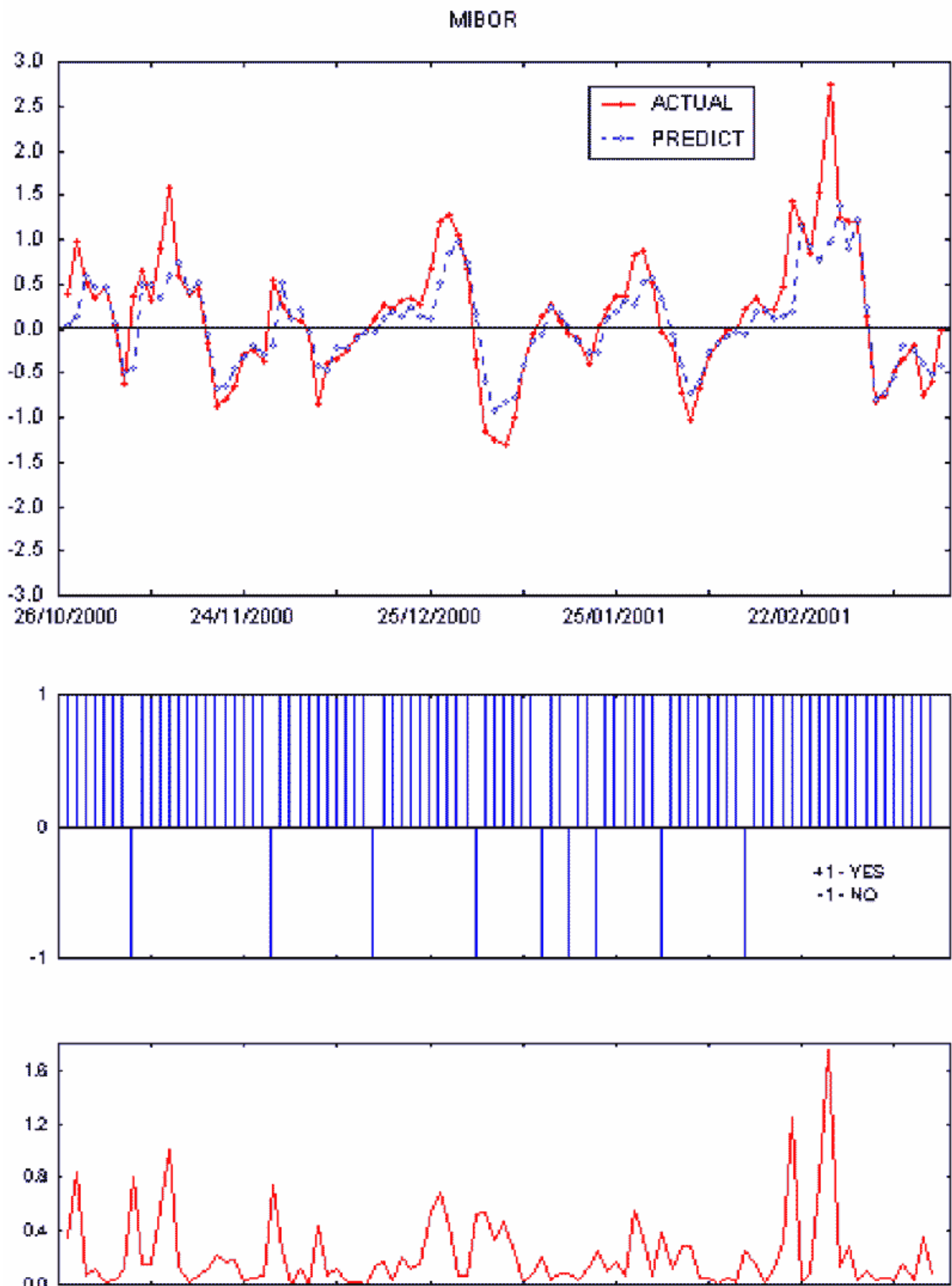


Рис. 36. Нейросетевые предсказания 5-дневных сглаженных относительных изменений однодневной процентной ставки МИБОР – MIBOR

Примечание: Верхний рисунок – графики фактического и предсказанного нейросетью изменений, выраженных в процентах; рисунок в середине – совпадение знака предсказания на каждый день; нижний рисунок – модуль ошибки предсказания, выраженный в процентах. По горизонтальной оси отложены номера отсчетов (дней).

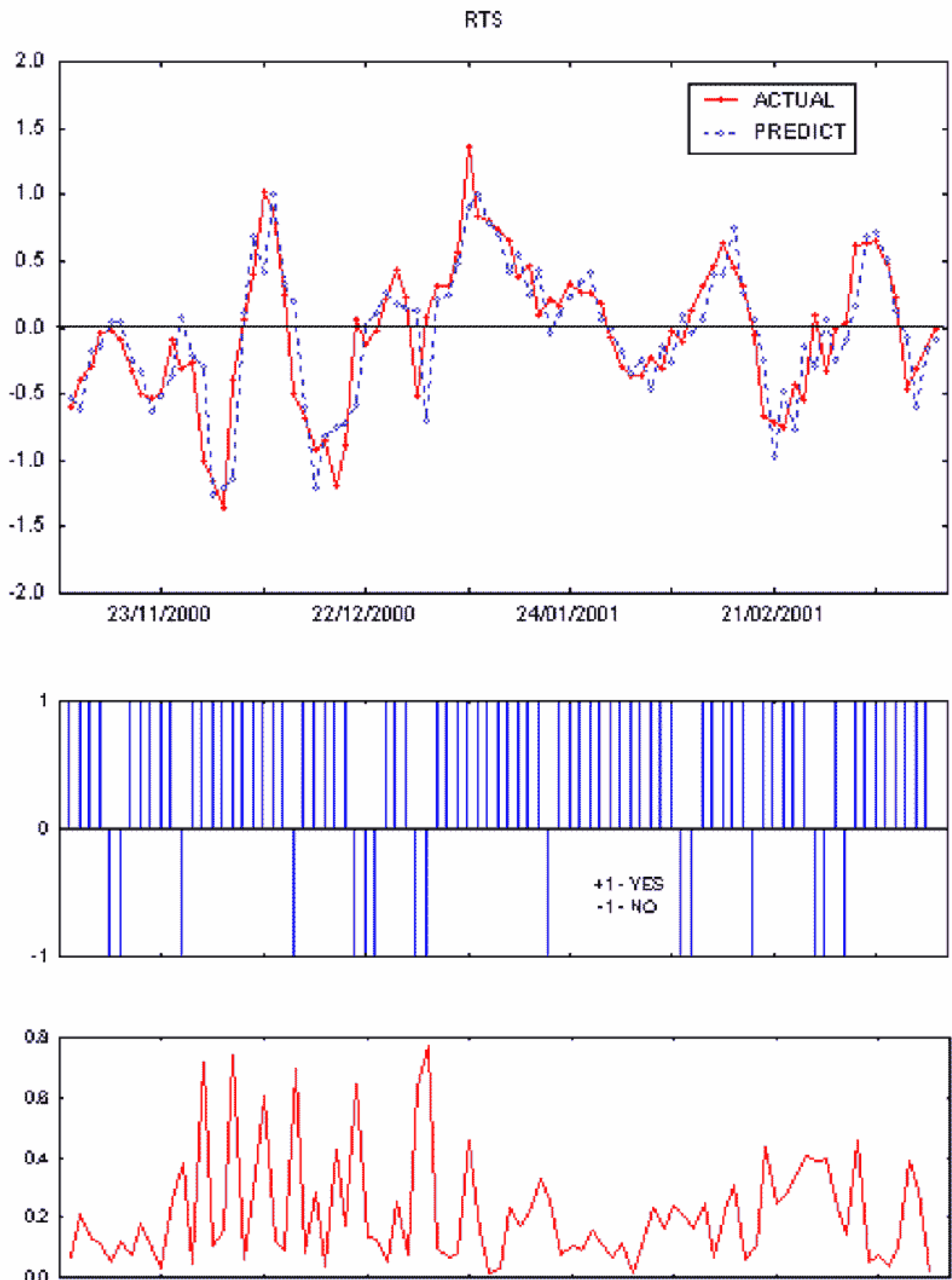


Рис. 3в. Нейросетевые предсказания 5-дневных сглаженных относительных изменений

фондового индекса PTC – RTS

Примечание: Верхний рисунок – графики фактического и предсказанного нейросетью изменений, выраженных в процентах; рисунок в середине – совпадение знака предсказания на каждый день; нижний рисунок – модуль ошибки предсказания, выраженный в процентах. По горизонтальной оси отложены номера отсчетов (дней).

Эффективность предсказаний нейросети проверялась сравнением фактического значения и предсказанного нейросетью.

Критериями качества предсказания служили следующие параметры:

- *Число эпох и время обучения* – показатели, как долго сеть способна улучшать предсказания на тестовом множестве. Под эпохой обучения понимают однократное предъявление сети набора обучающих примеров. Число эпох и время обучения меняются в зависимости от заданных темпа обучения и момента, устанавливаемых из желаемой точности предсказания. Чем меньше их значения, тем более точен результат и тем дольше обучается нейросеть. В использованной сети оба параметра имели значение 0,003.
- *Коэффициент Q* сравнивает точность нейросетевой модели с точностью модели, в которой предсказания одинаковы и совпадают со средним значением всех примеров. Для последней модели коэффициент Q равен нулю. Самый лучший результат достигается, если Q принимает значение 1, для очень хорошего результата Q близок к 1, для очень плохого - в окрестности 0. Если нейросетевое предсказание оказывается хуже, чем предсказание на основе среднего по всем примерам, то значение Q может оказаться меньше 0.
- *r-квадрат* – коэффициент детерминации, равный отношению дисперсии предсказанных значений к дисперсии фактических, показывая, какая часть дисперсии предсказанных значений объясняется уравнением регрессии.
- *Средняя ошибка* – усредненный по обработанным примерам модуль разности между предсказанным и фактическим значениями.
- *Максимальная ошибка* – это максимальный модуль разности между предсказанным и фактическим значениями среди всех обработанных примеров.
- *% правильного предсказания знака изменения* – это отношение числа примеров, для которых знак реального и предсказанного значения совпадают, и общего числа обработанных примеров, умноженное на 100.

Ниже с их помощью оценена эффективность нейросетевых предсказаний динамики фьючерсных котировок для SP, ED, DM. Результаты сведены в *таблицу 1*. Она состоит из трех блоков. Второй содержит статистику, относящуюся ко всем данным по трем временным рядам, а именно, к 1173 отсчетам для S&P500 и по 1170 отсчетов для марки ФРГ и евродоллара. Третий блок отражает статистику по рабочим множествам: из 77 отсчетов для S&P500 и 74 отсчетов для марки ФРГ и евродоллара.

Таблица 1. Численные характеристики качества нейросетевого прогноза международных финансовых инструментов

Характеристика качества	Фьючерс на S&P500	Фьючерс на марку ФРГ	Фьючерс на евродоллар
Число эпох обучения	30512	6779	1873
Время обучения (часов округленно)	19	4	1
Число примеров для обучения	1173	1170	1170
Коэффициент Q	0,7408	0,7594	0,7436
r-квадрат	0,7431	0,7612	0,7452

Средняя ошибка, %	0,182	0,196	0,179
Мах. ошибка, %	2,172	1,291	2,281
% правильных предсказаний знака изменения	86	83	83
Число примеров для предсказаний	77	74	74
Коэффициент Q	0,8032	0,5897	0,4517
χ^2 -квadrat	0,8062	0,6319	0,5697
Средняя ошибка, %	0,217	0,279	0,201
Мах. ошибка, %	0,799	1,046	1,234
% правильных предсказаний знака изменения	88	86	88

Мы видим, что из трех проанализированных фьючерсных котировок наилучшие предсказания достигаются на S&P500, наихудшие – на евродолларе, промежуточные – для марки ФРГ. Это следует из значений коэффициента Q на рабочем множестве (см. нижний блок *табл. 1*), хотя визуально на *рис. 2а, 2б и 2в* отличие в качестве прогнозов заметить довольно трудно. Следует отметить, что несмотря на одинаковое качество обучения нейросети на SP, ED, DM (см. значения коэффициента Q в первом блоке *табл. 1*), сеть обучалась на SP в 5 раз дольше, чем на DM, а на DM – в 4 раз дольше, чем на ED. Это, по-видимому, означает, что найти скрытые закономерности, содержащиеся во фьючерсных котировках на SP, значительно сложнее, чем соответствующие закономерности в DM и тем более в ED. В то же время, как отмечено выше, наилучшее качество прогноза достигается как раз на SP, а наихудшее – на ED. Все вместе это свидетельствует о том, что скрытые закономерности, обнаруженные нейросетью в SP, сохраняют свой характер на более длительных интервалах времени по сравнению с ED или, иными словами, фьючерсы на ED более подвержены смене внутренних закономерностей, что и приводит к наихудшему качеству прогноза.

Аналогичные результаты нейросетевых предсказаний дневной динамики EUR/RUR, MIBOR, RTS сведены в *табл. 2*. Она также состоит из трех блоков. Второй блок таблицы содержит статистику, относящуюся к тренировочному множеству данных по трем временным рядам. Третий блок отражает статистику по рабочим множествам прогнозируемых временных рядов.

Таблица 2. Численные характеристики качества нейросетевого прогноза финансовых инструментов российского рынка

Характеристика качества	Курс EUR/RUR	Ставка МИБОР	Индекс RTS
Число эпох обучения	5886	3575	658
Время обучения (часов округленно)	02:13:41	02:32:01	00:38:23
Число примеров для обучения	395	995	1095
Коэффициент Q	0,7804	0,6082	0,8390
χ^2 -квadrat	0,7812	0,6153	0,8399
Средняя ошибка, %	0,044	0,169	0,196
Мах. ошибка, %	0,215	1,705	1,332
% правильных предсказаний знака изменения	76	79	80
Число примеров для предсказаний	92	95	86
Коэффициент Q	0,6464	0,6918	0,6829
χ^2 -квadrat	0,6658	0,7276	0,6963
Средняя ошибка, %	0,046	0,241	0,224
Мах. ошибка, %	0,153	1,755	0,843
% правильных предсказаний знака изменения	76	89	80

Из анализа *табл. 2* видно, что из трех проанализированных финансовых инструментов российского рынка наилучшие предсказания достигаются на MIBOR, наихудшие – на EUR/RUR, промежуточные – для RTS. Это следует из значений коэффициента Q на рабочем множестве (см. нижний блок *табл. 2*), хотя визуально на *рис. 3а, 3б и 3в* отличие в качестве прогнозов также заметить довольно трудно. Следует отметить, что несмотря на примерно одинаковое время обучения для EUR/RUR и MIBOR, качество обучения нейросети на EUR/RUR выше, чем на MIBOR (см. значения коэффициента Q во втором блоке *табл. 2*), хотя число примеров обучения для EUR/RUR было значительно меньше. Вместе с тем сеть, обучаемая на данных RTS, достигла наилучшего качества обучения за существенно меньшее время. Это означает, что найти скрытые закономерности, содержащиеся в котировках EUR/RUR, значительно сложнее, чем соответствующие закономерности в MIBOR и тем более в RTS. В то же время наилучшее качество прогноза достигается как раз на MIBOR, а наихудшее – на EUR/RUR. Так же как и анализ на развитых рынках, это свидетельствует о том, что скрытые закономерности, обнаруженные нейросетью в MIBOR, сохраняют свой характер на более длительных интервалах времени по сравнению с EUR/RUR или, иными словами, котировки EUR/RUR более подвержены смене внутренних закономерностей, что и приводит к наихудшему качеству прогноза.

Более явный анализ упомянутых скрытых закономерностей в анализируемых финансовых инструментах мог бы быть проведен методами, отличными от нейросетевых, такими, например, как методы хаотической динамики и мультифрактальный анализ. Однако применение этих методов выходит за рамки настоящей работы.

Пример торговой стратегии на основе нейросетевого прогноза

Торговая система на основе нейросетевых предсказаний строилась на спот- котировках межбанковского валютного рынка FOREX. Исходными данными служили значения цен закрытия BID 2-х часового интервала курса GBP/USD. Данные были получены из информационной системы DBC Signal за период с 22 декабря 1999 г. по 20 октября 2000 г.

Весь период был поделен на два интервала.

- Первый интервал (22 декабря 1999 г. – 19 июня 2000 г.) – интервал данных для построения, проверки и тестирования нейросети.
- Второй интервал (20 июня 2000 г. – 20 октября 2000 г.) – интервал данных для построения, оптимизации и тестирования торговой системы на основе обученной нейросети.

На интервале данных для нейросети лежало 1546 отсчетов, из которых первые 1300 использовались для обучения сети, следующие 200 – для верификации с целью предотвращения переобучения. Оставшиеся 146 были предназначены для проверки качества предсказательной способности сети на данных, которые нейросеть не видела раньше.

Для обучения и предсказания использовалась та же нейросеть, что и для проанализированных выше финансовых инструментов.

Для каждого вновь появляющегося значения цены закрытия 2-х часового интервала обученная нейросеть предсказывает сглаженное процентное изменение котировки, по которой закроется следующий 2-х часовой интервал. Эти предсказанные значения строятся под графиком цены. В верхней части *рис. 4* показан 2-х часовой график спот-котировок британского фунта стерлингов к доллару США, в нижней части рисунка расположены график скорости изменения котировки (нижняя кривая – Rate of Change) и его нейросетевой прогноз (верхняя кривая – NN_Predict). Видно, что прогнозируемое нейросетью изменение немного опережает фактическое

изменение котировок.

На основе предсказаний сети была построена reversal торговая система, которая могла подавать сигналы, показанные на *рис. 4*:

Buy (OpenLong or/and ExitShort) – пересечение линией прогноза (NN_Predict) зоны покупки снизу вверх;

Sell (OpenShort or/and ExitLong) – пересечение линией прогноза (NN_Predict) зоны продажи сверху вниз;

Stop (Exit Short or Exit Long) – достижение лимита потерь по открытой позиции.

Для достижения лучших результатов работы системы по критерию Return on Account производилась оптимизация свободных параметров системы:

1. уровень Buy zone;
2. уровень Sell zone;
3. Money Management Stop;

Тестирование и оптимизация торговой системы проводились с помощью программы Omega Research TradeStation 4.0 с учетом комиссионных в размере 10 пунктов базовой валюты.



Рис. 4. Графическое изображение правил торговой стратегии

Результаты применения данной торговой стратегии в период времени с 08.23.2000 по 10.20.2000 отражены в *табл. 3* и представлены в долларах США, пересчитанные из пунктов в соответствии со стандартными условиями работы на FOREX: 1 point GBPUSD = 10 долл.

Таблица 1. Результат работы торговой стратегии, долл.

Общий доход системы	11140
---------------------	-------

Сумма всех прибыльных сделок	19540
Сумма всех убыточных сделок	-8400
Количество сделок	19
% прибыльных сделок	68
Средняя прибыльная сделка	1500
Средняя убыточная сделка	-1400
Максимальный провал кривой доходности	-3700
Возврат на счет, %	301

В верхней части *рис. 5* представлен 2-х часовой график спот-котировок GBPUSD с сигналами торговой стратегии за период с 19.06.2000 по 20.10.2000. В нижней части рисунка приведен график роста кривой дохода торговой системы. Вертикальная пунктирная линия на *рис. 5* разделяет периоды тестирования торговой системы (слева) и ее проверки (справа).

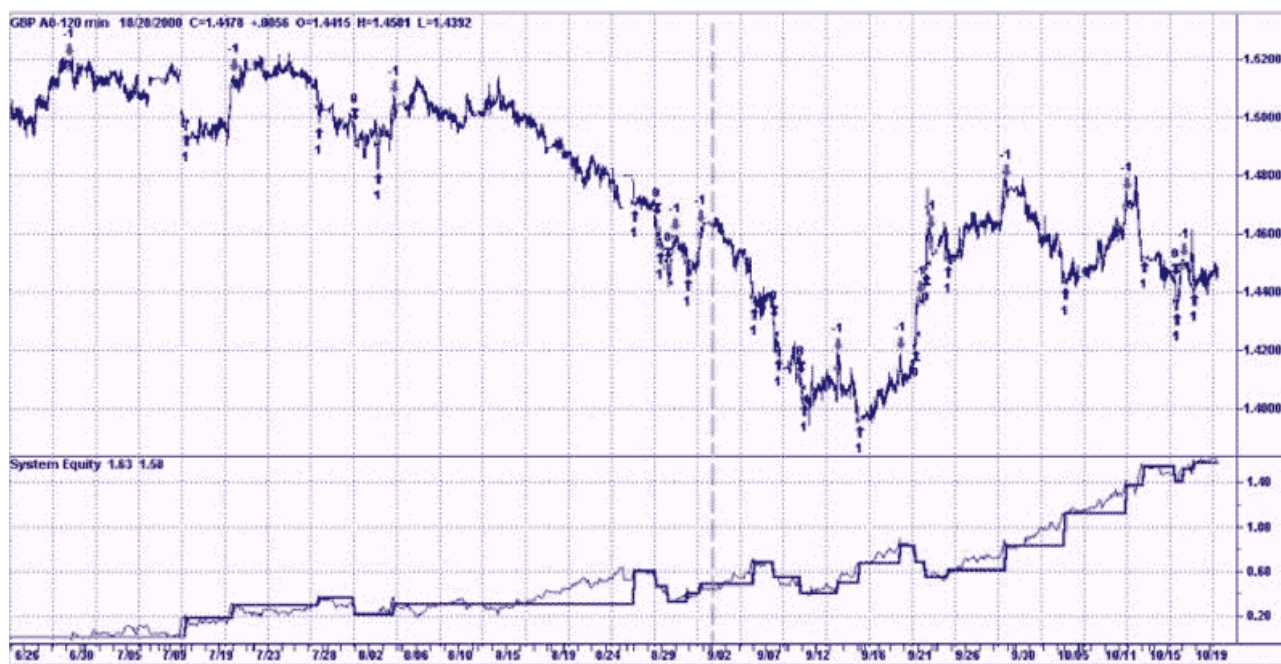


Рис. 5. График доходности торговой стратегии

Представленная торговая система, не претендуя на полноту и законченность, является иллюстрацией возможностей применения нейронных сетей к прогнозу рынка и построению на этой основе адекватных методов управления капиталом.

Авторы признательны РФФИ за поддержку в рамках гранта № 99-01-00696.

1. данные за 04.01.1995 – 31.08.1999 гг. взяты из Free Historical Futures Data, поставляемых Turtle Trader Company.
2. данные за период 04.01.1999 – 18.05.2001 гг. по курсу Евро/рубль и за период 03.01.1996 – 16.03.2001 гг. по ставке МИБОР взяты с интернет сайта Российского Центрального Банка (www.cbr.ru), данные за период 01.09.1995 – 16.03.2001 гг. по индексу РТС взяты с интернет сайта РТС (www.rts.ru).
3. смысл этого термина объясняется ниже.
4. Круг этих вопросов связан с наличием хаотической динамики на финансовых рынках и выходит за рамки статьи.
5. Методы, с помощью которых нейронная сеть обучается, заимствованы из исследований интеллекта животных и человека.
6. от англ. Pattern (образец).

7. рекуррентная нейросеть (сеть с обратной связью).
8. Сложность данных оказалась такой, что удалось ограничиться 100 нейронами в скрытом слое.
9. фитирование – аппроксимация реальных данных прогнозируемыми.

Список литературы

1. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе (сер. Учебники экономико-аналитического института МИФИ / Под ред. проф. В.В. Харитонов). М., 1998.
2. Котелкин С.В., Мадорский Е.Л., Тумарова Т.Г. Привлечение ресурсов в кризисной финансовой среде // Известия СПбГУЭФ. 1999. № 3.
3. Arthur W.B., LeBaron B., Holland J.H., Palmer R., Tayler P. Asset Pricing Under Endogenous Expectations in an Artificial Stock Market, in *The Economy as an Evolving Complex System II* // Ed. by W. B. Arthur, S. Durlauf, D. Lane, Addison; Wesley, 1997.
4. Baestaens D.E., Den Bergh W.-M.Van, Wood D. *Neural network solutions for trading in financial markets*. Pitman Publishing, 1994.
5. Cassetti M.D. A neural network system for reliable trading signals, *Stocks & Commodities*. 1993, Vol. 11, P. 261 – 266.
6. Demuth H., Beale M. *Neural network toolbox for use with Matlab*, 1997, Version 3.0, Users Guide, The Mathworks, Inc.
7. Giles C.L., Lawrence S., Tsoi A.Ch., Rule inference for financial prediction using recurrent neural networks, *Proceedings of IEEE/IAFE Conference on computational intelligence for financial engineering* IEEE, Piscataway. New York. 1997. P. 253 – 259.
8. Hecht-Nielsen R., *Neurocomputing*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1990.
9. Kean J., *Chaos theory and neural network analysis*, *Stocks & Commodities*. 1992. Vol. 10. P. 251 – 253.
10. Kuo J.-M., Principe J.C., deVries B. Prediction of chaotic time series using recurrent neural networks // *IEEE Workshop NN for SP*, 1992.
11. Lapedes A., Farber R. *Nonlinear signal processing using neural networks: prediction and system modelling*, technical report LA-UR-87-2662, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM, 1987.
12. LeBaron B. A Fast Algorithm for the BDS Statistic // *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 2, 1997. Vol.2. P. 53 – 59.
13. LeBaron B., Brock W.A, Dechert W.D., and Scheinkman J.A. Test for Independence Based on the Correlation Dimension // *Econometric Reviews*. 1996. №15. P. 197 – 235.
14. LeBaron B., *Chaos and Nonlinear Forecastability in Economics and Finance* // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 1994. Vol.348. P. 397 – 404.
15. Mantegna R.N., Stanley H.E. *An introduction to econophysics. Correlations and complexity in finance*. Cambridge University Press. 2000.
16. Peters E.E. *Chaos and Order in Capital Market*, John Wiley & Sons. 1996.
17. Poddig Th. Short Term Forecasting of the USD/DM-Exchange Rate, *Proceedings of the first International Workshop on Neural Networks in the Capital Markets* / Ed. by A. N. Refenes. London Business School. London. 1993.
18. Poddig Th., Rehkugler H.A. World Model of Integrated Financial Markets using Artificial Neural Networks // *Journal of Neurocomputing*. 1996. № 10. P. 251 – 273.
19. Poddig Th. Developing Forecasting Models for Integrated Financial Markets using Artificial Neural Networks // *Neural Network World*. 1998. №1. P. 65 – 80.

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ПОДХОД К ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКЕ: ЭКОНОФИЗИКА

Куперин Юрий Александрович

Введение

В настоящей работе под термином эконофизика мы будем понимать применение методов теории сложных систем к экономике, финансам и бизнесу. Это одно из возможных толкований этого термина. Довольно часто используют иное толкование эконофизики: применение методов теоретической физики к тем же областям, что и выше. Между этими двумя концепциями существует тонкое различие, заключающееся в том, что теория сложных систем – это не совсем физика. Впрочем, если интересны другие трактовки, можно почитать, например, блестящее эссе А.Ежова на эту тему [1] или углубиться в учебники и монографии [2-10].

Теперь несколько слов о теории сложных систем и используемых в этой науке методах. О теории сложных систем написано много (см., например, [11-23]). Центры и институты, проводящие исследования в этом направлении, плодятся по всему миру как грибы. Весьма широк и спектр мнений относительно этой науки: от неумеренных восторгов до полного неприятия. Мы же здесь, не пытаясь давать каких-либо определений теории сложных систем, будем придерживаться прагматической и остроумной точки зрения П.Бака: «ерунда, за которую платят деньги, - уже не ерунда».

К методам теории сложных систем разные исследователи относят разные разделы математики, физики, информатики, искусственного интеллекта, логики и т.п. Мы, не ограничивая себя, отнесем к этим методам следующее: теорию конечномерных и бесконечномерных нелинейных динамических систем [17-19], [22], [39]; теорию хаоса [4-6], [15], [16], [21], [28], [29]; теорию фракталов и мультифракталов [10], [11], [24-27]; искусственные нейронные сети [7], [16], [30-33]; теорию самоорганизованной критичности [20]; методы квантовой теории поля и статистической физики [3], [8], [23], [39]; теорию критических явлений [37], [39]. Этот список, отражающий интересы автора, далеко не полный и его можно было бы продолжить (см., например, <http://www.necsi.org/>).

Эконофизика можно, как и любую физику, разделить на теоретическую и прикладную. В данном контексте это деление, условное конечно, связано с двумя основными направлениями, в которых проходит основной поток эконофизических исследований. Прикладное или, если угодно, экспериментальное направление связано в основном с data mining (см., например, [6]), то есть с извлечением знаний из данных. Данные могут быть самыми разными, но все они являются историческими хрониками каких-то динамических процессов. Задача прикладных эконофизиков – обработать эти данные перечисленными выше методами и извлечь из данных либо новые закономерности, либо закономерности, не осознанные традиционной экономикой. Задача эконофизических теоретиков – построение моделей или теорий динамических процессов в экономике, финансах и бизнесе методами теории сложных систем. При этом, как и всегда в физике, подразумевается проверка этих моделей и теорий на практике. Чтобы дать представление, как все эти методы работают, ниже мы рассмотрим несколько типичных примеров.

Торговая стратегия для FOREX на основе нейропрогноза

В этом разделе мы кратко опишем принципы построения торговой системы и специфику использования в ней нейропрогнозов. Выбранная пара валют и временной период не являются здесь критическими. То же самое можно проделать и для других валютных пар и иного периода исторических хроник. Не является чем-то специфическим и выбор торгового индикатора системы. Наиболее важное здесь – это качественно обученная искусственная нейронная сеть и ее способность прогнозировать в течение длительного времени без переобучения.

Общие сведения о нейротехнологиях и, в частности, о нейропрогнозировании содержатся, например, в [30-33]. Детали, опущенные в настоящей статье, можно найти, например, в [34, 35].

Торговая система на основе нейросетевых предсказаний строилась на спот - котировках межбанковского валютного рынка FOREX. Исходными данными служили значения цен закрытия BID 2-х часового интервала курса GBP/USD. Данные были получены из информационной системы DBC Signal за период с 22 декабря 1999 г. по 20 октября 2000 г. Весь период был поделен на два интервала.

- Первый интервал (22 декабря 1999 г. - 19 июня 2000 г.) - интервал данных для построения, проверки и тестирования нейросети.
- Второй интервал (20 июня 2000 г. - 20 октября 2000 г.) - интервал данных для построения, оптимизации и тестирования торговой системы на основе обученной нейросети.

На интервале данных для нейросетевой обработки содержалось 1546 отсчетов, из которых первые 1300 использовались для обучения сети, следующие 200 - для верификации с целью предотвращения переобучения сети. Оставшиеся 146 были предназначены для проверки качества предсказательной способности сети на данных, которые нейросеть «не видела» раньше.

Для обучения и прогнозирования использовалась рекуррентная сеть Элмана-Джордана описание которой можно, например, найти в [30].

Для каждого вновь появляющегося значения цены закрытия 2-часового интервала обученная нейросеть предсказывает сглаженное процентное изменение котировки, по которой закроется следующий 2-часовой интервал. Эти предсказанные значения строятся под графиком цены. В верхней части Рисунка 5 показан 2-х часовой график спот-котировок британского фунта стерлингов к доллару США, в нижней части рисунка расположены график скорости изменения котировки (нижняя кривая – Rate of Change) и его нейросетевой прогноз (верхняя кривая – NN_Predict). Видно, что прогнозируемое нейросетью изменение немного опережает фактическое изменение котировок.

На основе предсказаний сети была построена reversal торговая система, которая могла подавать сигналы, показанные на Рисунке 6:

Buy (OpenLong or/and ExitShort) - пересечение линией прогноза (NN_Predict) зоны покупки снизу вверх;

Sell (OpenShort or/and ExitLong) - пересечение линией прогноза (NN_Predict) зоны продажи сверху вниз;

Stop (Exit Short or Exit Long) - достижение лимита потерь по открытой позиции.

Для достижения лучших результатов работы системы по критерию Return on Account производилась оптимизация свободных параметров системы:

1. уровень Buy zone;
2. уровень Sell zone;
3. Money Management Stop;

Тестирование и оптимизация торговой системы проводились с помощью программы Omega Research TradeStation 4.0 с учетом комиссионных в размере 10 пунктов базовой валюты.



Рис. 5. Графическое изображение правил торговой стратегии.

Результаты применения данной торговой стратегии в период времени с 08/23/2000 по 10/20/2000 отражены в Табл. 1 и представлены в долларах США, пересчитанные из пунктов в соответствии со стандартными условиями работы на FOREX: 1 point GBP/USD = 10долл.

Таблица 1. Результат работы торговой стратегии, доллары США

Общий доход системы	11140
Сумма всех прибыльных сделок	19540
Сумма всех убыточных сделок	- 8400
Количество сделок	19
% прибыльных сделок	68
Средняя прибыльная сделка	1500
Средняя убыточная сделка	- 1400
Максимальный провал кривой доходности	- 3700
Возврат на счет, %	301

Представленная здесь торговая система, не претендуя на полноту и законченность, является иллюстрацией возможностей применения нейронных сетей к прогнозу рынка FOREX и построению на этой основе эконофизических методов управления капиталом.

Кластеризация портфелей DJIA и NASDAQ100 с помощью самоорганизующихся карт

Еще один пример из области применения искусственных нейронных сетей – это решение задачи портфельной диверсификации. Более конкретно задача ставилась так. Обучить специальную искусственную нейронную сеть – самоорганизующуюся сеть Кохонена или, что то же самое, – самоорганизующуюся карту, кластеризовать компании, входящие в индекс DJIA по признаку «похожести» динамики котировок акций компаний, входящих в эти индексы. Помимо этого, требовалось визуализировать результаты кластеризации (карты Кохонена для этого приспособлены), найти «расстояние» между компаниями и определить ошибку кластеризации. Наконец, ставилась задача проследить, как динамически меняются результаты кластеризации в зависимости от выбранного периода исторических данных по компаниям.

Кратко результаты решения всех этих задач приведены в настоящем разделе. Более детальную информацию можно найти, например, в работе [36]. О том, как методом самоорганизующихся карт (СОК) можно решать другие задачи из области экономики, финансов, бизнеса, маркетинга и даже демографии можно прочитать в увлекательной книге [33].

Исследование индекса Dow-Jones Industrial Average

Рассмотрим m временных рядов $S_i(t)$, $0 < i \leq m$, $0 < t \leq n$, представляющих, например, логарифмические приращения цен акций, входящих в индекс DJIA. Определим коэффициент корреляции между рядами S_i и S_j стандартным образом:

$$\rho_{ij} = \frac{\langle S_i S_j \rangle - \langle S_i \rangle \langle S_j \rangle}{\sqrt{\langle S_i^2 - \langle S_i \rangle^2 \rangle - \langle S_j^2 - \langle S_j \rangle^2 \rangle}},$$

где треугольные скобки обозначают усреднение по t .

Мы исследовали недельные котировки акций входящих в индекс DJIA за периоды с *10-Jan-94 по 27-Oct-97* и с *10-Nov-1997 по 27-Aug-2001*¹. Этот биржевой индекс включает в себя акции 30 компаний, следовательно, количество различных коэффициентов корреляции ρ_{ij} равно $(30 \times 29)/2 = 435$. В Таблице 2 представлены максимальные и минимальные значения ρ_{ij} за каждый исследуемый период. Наибольший коэффициент корреляции за период с *10-Jan-94 по 27-Oct-97* соответствует компаниям JP Morgan Chase и American Express, а с *10-Nov-1997 по 27-Aug-2001* – компаниям JP Morgan Chase и Citigroup. Все три компании занимаются предоставлением финансовых услуг. Соответствующие графики, дающие визуальное представление о скоррелированности логарифмов цен акций этих компаний, приведены на Рисунке 8.

Таблица 2. Максимальные и минимальные значения коэффициентов корреляции компаний из индекса DJIA за исследуемые периоды.

Временной период	Min ρ_{ij}	Max ρ_{ij}
с 10-Jan-94 по 27-Oct-97	-0,04	0,61
с 10-Nov-97 по 27-Aug-01	-0,06	0,72

Дополнительную информацию о поведении матрицы коэффициентов корреляции во времени можно получить, изучив эмпирическую функцию плотности распределения вероятности $P(\rho_{ij})$ полного набора 435 коэффициентов корреляции. Известно, что для большинства финансовых временных рядов $P(\rho_{ij})$ имеет форму колокола, причем среднее значение $P(\rho_{ij})$ слабо зависит от времени, тогда как среднеквадратичное отклонение почти не меняется [43].

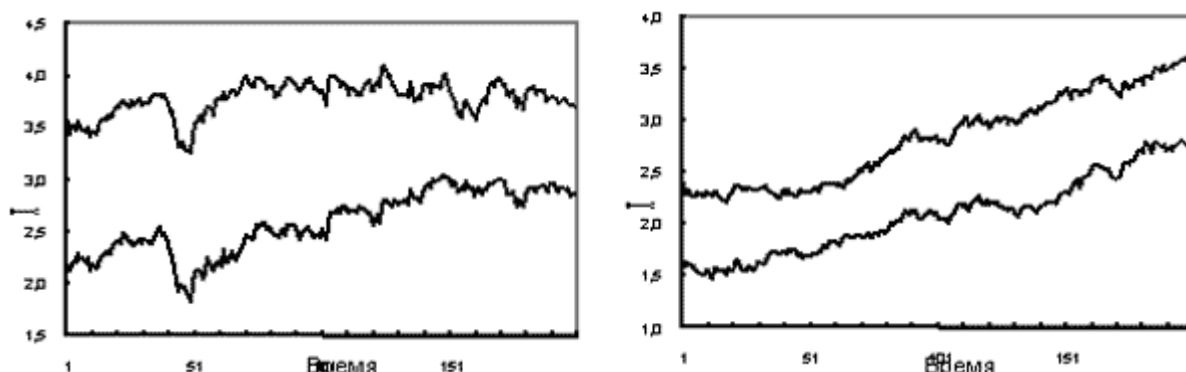


Рис. 6. а) Изменение во времени $\ln S(t)$ компаний JP Morgan Chase (верхний график) и American Express (нижний график) с 10-Jan-1994 по 27-Oct-1997. б) Изменение во времени $\ln S(t)$ компаний JP Morgan Chase (верхний график) и Citigroup (нижний график) с 10-Nov-1997 по 27-Aug-2001

На Рисунках 7,8 изображена, кластерная структура индекса DJIA построенная методом СОК. Все пространство компаний разделилось на группы векторов, расстояние между которыми внутри каждой группы наименьшее с учетом выбора масштаба кластеризации.

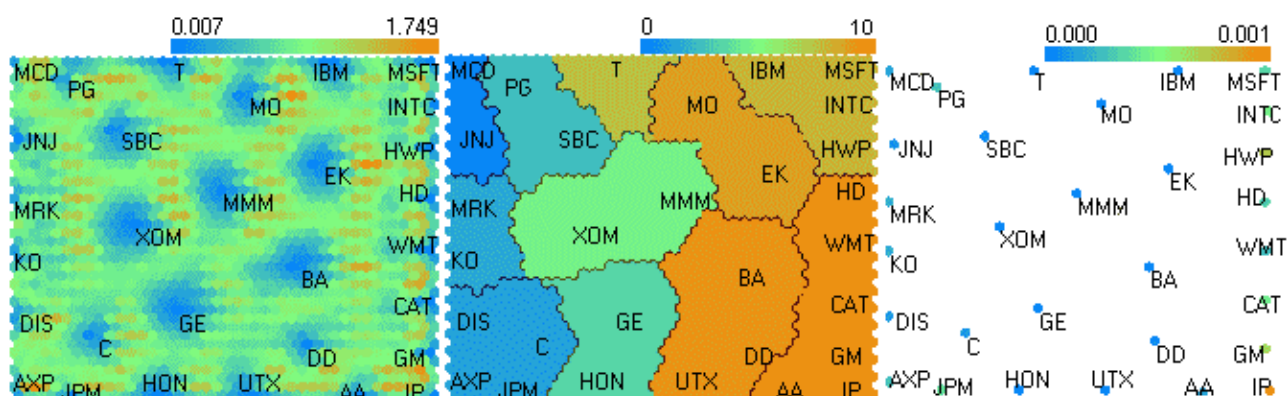


Рис. 7. Кластерная структура СОК для индекса DJIA за период с 10-Jan-1994 по 27-Oct-1997. Левая панель – унифицированная матрица расстояний, средняя панель – кластеризованная СОК, правая панель – матрица ошибок кластеризации.

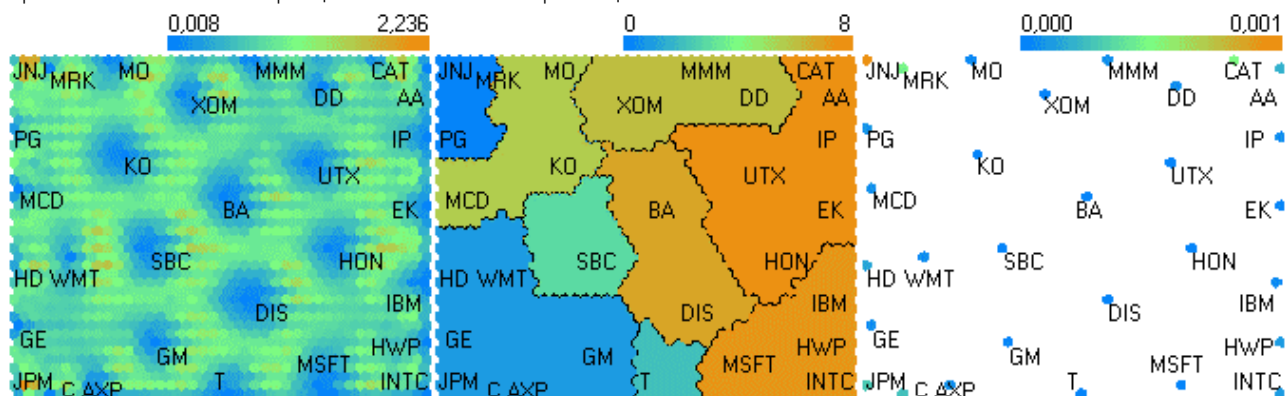


Рис. 8. Кластерная структура СОК для индекса DJIA за период с 10-Nov-97 по 27-Aug-01. Левая панель – унифицированная матрица расстояний, средняя панель – кластеризованная СОК, правая панель – матрица ошибок кластеризации.

Заметим, что чем ближе кластеры по градации серого цвета, тем больше коэффициент корреляции между ценами акций компаний, принадлежащим этим кластерам и наоборот. В Таблицах 3 и 4 представлены коэффициенты корреляции между акциями компаний, попавших в кластеры из левого верхнего и правого верхнего углов карты.

Матрица корреляций для компаний, попавших в 2 самых удаленных кластера за период с 10-Jan-94 по 27-Oct-97

	AA	CAT	GM	HD	IP	WMT
JNJ	-0,03	0,16	0,14	0,19	0,07	0,16
MCD	0,04	0,20	0,04	0,17	0,05	0,07

Матрица корреляций для компаний, попавших в 2 самых удаленных кластера за период с 10-Nov-97 по 27-Aug-01.

	AA	CAT	EK	HON	IP	UTX
JNJ	0,07	0,17	0,04	-0,04	0,07	0,21
MRK	-0,01	0,14	0,02	0,13	0,10	0,25
PG	0,06	0,16	0,08	0,14	0,07	0,28

Приведенная выше статистика показывает, что метод СОК вполне справился с задачей классификации портфеля DJIA. Важно также отметить, что для различных исторических периодов изменяется как структура кластеров, так и само количество кластеров. С помощью обученной СОК возможно, таким образом, построить набор карт для различных исторических периодов и создать из этого набора карт атлас, который будет давать представление о динамике портфеля.

Квантовые финансы

Под квантовыми финансами мы будем здесь понимать применение методов квантовой теории поля для построения количественных моделей финансовой динамики. К таким методам мы относим метод континуально интеграла, теорию суперсимметрии, теорию струн и методы ренормгруппы. Такой подход к моделированию финансовой динамики завоевывает все большую популярность среди экономистов. Происходит это, наверное, потому, что ни один из перечисленных методов не является чистой математикой, а содержит глубокие физические идеи. В этом-то и содержится залог успеха.

В этом разделе мы приводим пример применения метода континуального интеграла для оценки стоимости европейского опциона типа CALL с учетом стохастической динамики волатильности. Такой подход является обобщением известной техники Блэка – Шолза, в которой волатильность считается постоянным параметром модели. Оказывается, удастся не только представить с помощью интеграла по траекториям переходные вероятности, но и получить компактные аналитические формулы для цены опционов. Эти формулы обобщают формулу Блэка – Шолза и переходят в нее в пределе постоянной волатильности [42]. К основным результатам представленного здесь исследования можно отнести следующее:

- поскольку в своей основе изучаемая задача имеет нелинейность очень сильного порядка, ее удалось представить в технике функционального интегрирования в элегантно и обозримом виде;
- на этом пути был найден подход, как преодолеть эту нелинейность и получить компактный,

аналитический ответ.

Отметим, что попытки применить технику функционального интеграла предпринимались и в работах других авторов [44-46]. Например, в работе [46] использовалась техника функционального интеграла, однако вычислить окончательный ответ аналитически не удалось и все расчеты пришлось производить численно с использованием метода Монте-Карло. То же самое справедливо и относительно других работ, упомянутых выше. Ниже мы очень сжато представим основные этапы вывода обобщенной формулы Блэка – Шолза. Опущенные детали и вычисления можно найти в [42].

Будем рассматривать модель рынка, в которой отсутствуют арбитражные возможности и транзакционные издержки, а также предполагается наличие безрисковой процентной ставки. В основе модели лежат стохастические дифференциальные уравнения на цену спот актива и его волатильность. Иными словами, рынок спот активов моделируется специальными марковскими случайными процессами. Уравнения на цену спот актива $S(t)$ и его волатильность $V(t)$ запишем в виде:

$$\frac{\partial S(t)}{\partial t} = \chi S + \sigma S R$$

$$\frac{\partial V(t)}{\partial t} = \mu V + \varepsilon V Q$$

Здесь R и Q - коррелированные гауссовы шумы с нулевым средним и корреляторами вида:

$$\langle R_t, R_{t'} \rangle = \langle Q_t, Q_{t'} \rangle = \delta(t - t')$$

$$\langle R_t, Q_{t'} \rangle = \rho \delta(t - t')$$

Параметры в уравнениях имеют следующий смысл: χ и μ - параметры сноса, σ - волатильность, а ε - «волатильность волатильности». Обозначим цену европейского опциона CALL через $f(t, S(t), V(t))$. Следуя идеологии вывода оригинальной формулы Блэка – Шолза [40, 41], можно получить на цену $f(t, S(t), V(t))$ стохастическое дифференциальное уравнение в частных производных:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \left[\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} + 2\rho\varepsilon\sigma^3 S \frac{\partial^2 f}{\partial S \partial V} + \varepsilon^2 V^2 \frac{\partial^2 f}{\partial V^2} \right] - r f = \\ & = -r S \frac{\partial f}{\partial S} - \mu \sigma^2 \frac{\partial f}{\partial V} \end{aligned}$$

обобщающее стандартное уравнение Блэка – Шолза. Здесь r - безрисковая процентная ставка, появившаяся в уравнении при хеджировании соответствующего портфеля. Поскольку цена и квадрат волатильности - положительны, удобно сделать замену переменных: $S = e^x$, $-\infty < x < \infty$ и $V = e^y$, $-\infty < y < \infty$.

Обозначим через $p(x, y, \tau | x', y')$ условную плотность вероятности того, что логарифм цены актива x' и логарифм волатильности спот-актива y' , фиксированные при $t = 0$, в текущий момент времени τ будут иметь значения x и y соответственно. Тогда цена опциона при $0 < t < T$ описывается следующими формулами:

$$f(t, x, y) = e^{-r(T-t)} \int_{-\infty}^{+\infty} dx' p(x, y, T-t | x') g(x')$$

$$p(x, y, T-t | x') = \int_{-\infty}^{+\infty} dy' p(x, y, T-t | x', y')$$

Условная вероятность может быть выражена через функциональный интеграл по логарифму цене и логарифму волатильности:

$$p(x, y, T-t | x') = \int DY \frac{\exp(L)}{\sqrt{2\pi(1-\rho^2)\omega}}$$

Здесь действие равно $L = L_0 + L_1$, где

$$L_0 = -\frac{1}{2\varepsilon^2} \int_0^T \left(\frac{dy}{dt} + \mu - \frac{1}{2}\varepsilon^2 \right)^2 dt$$

$$L_1 = \frac{1}{2(1-\rho^2)\omega} \left[x(T) - x(0) + r\tau - \frac{1}{2} \int_0^T e^{y(t)} dt + \frac{2\rho}{\varepsilon} \left(e^{\frac{y(0)}{2}} - e^{\frac{y(T)}{2}} \right) + \frac{\rho}{\varepsilon} \left(\mu - \frac{\varepsilon^2}{2} \right) \int_0^T e^{\frac{y(t)}{2}} dt \right]^2$$

Приведенный выше функциональный интеграл вычисляется по квантово – полювому обобщению метода стационарной фазы [39]. Метод стационарной фазы проводится по параметру $1/\varepsilon$. После громоздких вычислений был получен окончательный аналитический ответ:

$$f = S \exp \left(\frac{\sigma^2 \omega \tau \left((1-\rho^2)(1+\Delta) - 1 \right)}{2} \right) N(d_1) - e^{r\tau} K N(d_2)$$

где K - это страйковая цена,

$$N(d) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^d e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

стандартизованное нормальное распределение, а его аргументы даются формулами:

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S}{K} + \left(r + \sigma^2 \omega \left((1-\rho^2)(1+\Delta) - \frac{1}{2} \right) \right) \tau}{\sqrt{(1-\rho^2)(1+\Delta)\sigma^2\tau\omega}}, \quad d_2 = \frac{\ln \frac{S}{K} + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\omega \right) \tau}{\sqrt{(1-\rho^2)(1+\Delta)\sigma^2\tau\omega}}$$

Через Δ обозначена величина

$$\Delta = \frac{1}{2} \frac{\rho^2 \left[\frac{\varphi^2}{2\tau} + 2\varphi e^{\mu\tau/2} + 2\tau e^{\mu\tau} \right]}{(1-\rho^2)\omega\tau}$$

где φ дается формулой

$$\varphi = \frac{4(e^{\mu\tau/2} - 1) - 2\tau\mu e^{\mu\tau/2}}{\mu}$$

Эти формулы и есть обобщение формулы Блэка – Шолза на случай стохастической волатильности. В случае постоянной волатильности необходимо перейти к пределам: $\mu \rightarrow 0, \rho \rightarrow 0, \varepsilon \rightarrow 0$. Нетрудно убедиться, что при этом полученные здесь формулы переходят в формулу Блэка-Шолза.

Полученные формулы тестировались на данных по опционам на индекс FTSE100. Выбирался опцион типа CALL с дневной нарезкой с сайта www.liffe.com. Терминальное время для опциона - Dec-2004 со страйком 3200. Данные по опциону брались за три месяца «времени жизни опциона», то есть, за февраль, март, и апрель 2004 года.

Процедура тестирования полученных формул и их сравнение с формулой Блэка – Шолза проводилась следующим образом. Брались данные по опционам и данные по спот-активам с некоторым «запасом» так, что бы было возможным вычислить статистически значимую историческую волатильность по данным на индекс. Далее цена опциона вычислялась по формуле Блэка-Шолза исходя из исторической волатильности. Безрисковая процентная ставка выбиралась равной 6%/год. Вычислялась также цена опциона по предложенным здесь формулам. Коэффициент корреляции между шумами выбирался равным 0.4, а значение μ выбиралось таким образом, чтобы предложенные формулы давали наилучшую аппроксимацию реальных данных. Например, при $\mu = -3$ были получены результаты, представленные на Рисунке 13.

Линия 1 - это реальные данные по опционам, линия 2 - это цена, полученная из формулы Блэка-Шолза, линия 3 - это цена из полученной в работе формулы. Визуально можно заметить, что предложенная в работе формула дает лучшую аппроксимацию, чем оригинальная формула Блэка – Шолза.

Были также вычислены средние ошибки по рассматриваемой в работе выборке за период три месяца. Оказалось, что средняя ошибка по оригинальной формуле Блэка - Шолза составляет 14.11%, а по предложенной здесь формуле - 5.56%.

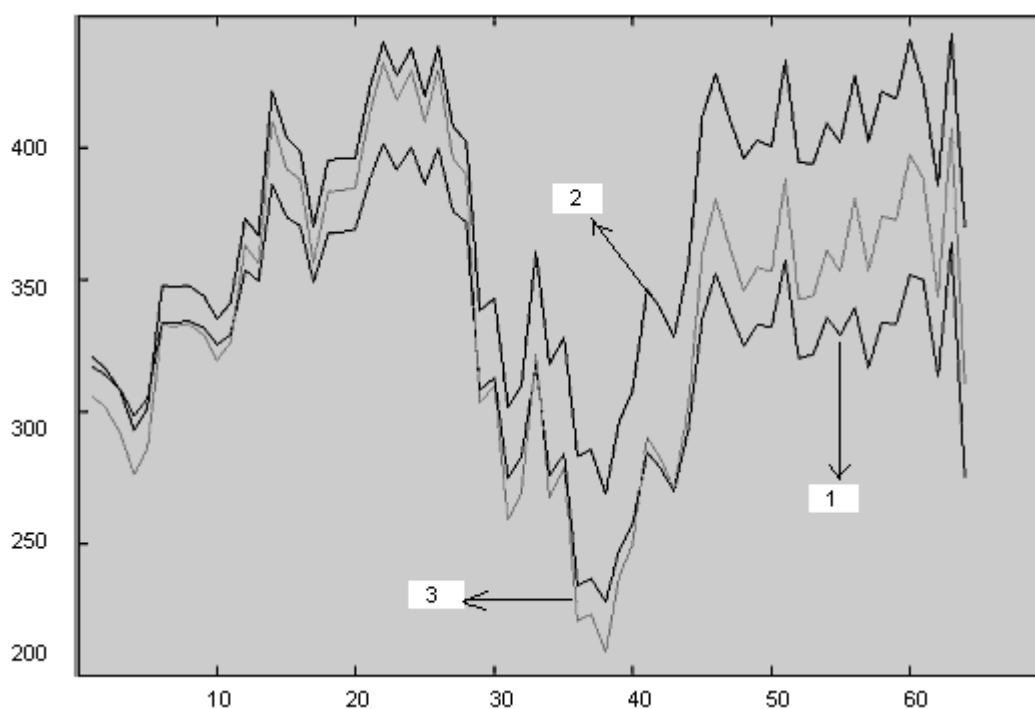


Рис. 9. Линия 1 - это реальные данные по опционам, линия 2 - это цена опциона, полученная на основе формулы Блэка-Шолза, линия 3 - это цена опциона на основе полученных здесь формул. По оси ординат отложена цена европейского опциона CALL в USD, по оси абсцисс - время в днях.

Подытожим результаты, полученные в этом разделе. Именно, результаты статистической обработки показывают, что формула Блэка - Шолза дает большую погрешность, чем предложенная обобщенная формула. Из проведенного исследования можно сделать несколько основных заключений. Проблема стохастической волатильности была сведена к технике вычисления континуальных интегралов. Поскольку рассматриваемая в работе задача в своей основе содержит нелинейность высокого порядка, в развитом в работе формализме ее удалось представить в компактном, элегантном виде. Был предложен метод, который позволил «обработать» эту нелинейность и получить аналитический ответ для цены европейских опционов

Благодарности

В заключение автор выражает глубокую благодарность всем тем коллегам и ученикам, которые участвовали в исследованиях, результаты которых представлены в этой работе. Это - Л.А. Дмитриева, С.В. Котелкин, И.В. Сорока, А.А. Жеребцов, П.Б. Гольдин, Р.Р. Счастливец.

Список литературы

1. А.А.Ежов. Что такое эконофизика? В: К 10-летию Экономико-аналитического института МИФИ. Физическая экономика+Эконофизика=ЭконоМИФИИка // Сборник статей. Составители А.А. Ежов и В.В. Харитонов. М.: ИНЭС, 2006, стр. 16-24;
2. R.N Mantegna. and H.E. Stanley. An Introduction to Econophysics: Correlation and Complexity in Finance, Cambridge University Press, 2000;
3. J.P. Bouchaud and M. Potters. Theory of Financial Risks: From Statistical Physics to Risk Management, Cambridge University Press, 2000;
4. Э. Петерс. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка: Пер. с англ. – М.: Мир, 2000;
5. E. E. Peters. Fractal Market Analysis. Applying Chaos Theory to Investment and Economics, John Wiley&Sons, Inc. 1994;
6. Medio, G. Gallo. Chaotic Dynamics. Theory and Applications to Economics, Cambridge University Press, 1993;
7. В. Дюк, А. Самойленко. Data mining: учебный курс (+CD). – СПб: Питер, 2001;
8. M. Aoki. New Approaches to Macroeconomic Modeling. Evolutionary Stochastic Dynamics, Multiple Equilibria, and Externalities as Field Effects, Cambridge University Press, 1998;
9. J.O. Grabbe, International Financial Markets, 3rd. Edition, Prentice-Hall, Inc.,1996;
10. B.B. Mandelbrot, Fractals and Scaling in Finance: Discontinuity, Concentration, Risk, Springer, 1997;
11. Б. Мандельброт, Фракталы, случай и финансы. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2004;
12. И. Пригожин и И. Стенгерс. Порядок из хаоса, Новый диалог человека с природой: Пер. с англ. – М.: Эдиториал УРСС, 2000;
13. Г. Николис, И. Пригожин. Познание сложного. Введение: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990;
14. M. Gell-Mann. The Quark and the Jaguar. Adventures in the Simple and the Complex, Abacus, 1998;
15. Д. Рюэль. Случайность и хаос. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая

- динамика»;, 2001;
16. Yaneer Bar-Yam. Dynamics of Complex Systems, Addison-Wesley, 1997;
 17. S. Wiggins. Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos, Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg, 1990;
 18. Lasota, M.C. Mackey. Chaos, Fractals, and Noise, Springer-Verlag, 1998;
 19. Predictability of Complex Dynamical Systems (Yu. A. Kravtsov, J.B.Kadtke, Eds.), Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1996;
 20. P. Bak. How Nature Works: the Science of Self-Organized Criticality, Oxford University Press, 1997;
 21. K. Kaneko, I. Tsuda. Complex Systems: Chaos and Beyond. A Constructive Approach with Applications in Life Sciences, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001;
 22. R.C. Hilborn. Chaos and Nonlinear Dynamics. An Introduction for Scientists and Engineers, Oxford University Press 1994;
 23. T.S. Biro, S.G. Matinyan, B. Muller. Chaos and Gauge Field Theory, World Scientific Lecture Notes in Physics – Vol. 56, World Scientific, 1994;
 24. А.Д. Морозов. Введение в теорию фракталов. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004;
 25. Р.М. Кроновер. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. М.: Постмаркет, 2000;
 26. Е. Федер. Фракталы, Москва «Мир»; 1991;
 27. Б. Мандельброт. Фрактальная геометрия природы. – Москва: Институт компьютерных исследований, 2002;
 28. H. Kantz, T. Schreiber. Nonlinear Time Series Analysis, Cambridge University Press, 1997;
 29. Б.П. Безручко, Д.А. Смирнов. Математическое моделирование и хаотические временные ряды. Саратов: ГосУНЦ «Колледж»;, 2005;
 30. А.А. Ежов, С.А. Шумский. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе. – М.: МИФИ, 1998;
 31. Д.-Э. Бэстенс, В.-М. Ван ден Берг, Д. Вуд. Нейронные сети и финансовые рынки: принятие решений в торговых операциях. – Москва: ТВП, 1997;
 32. Neural Networks in the Capital Markets (Ed. Apostolos-Paul Refenes), John Wiley & Sons, 1995;
 33. Г. Дебок, Т. Кохонен. Анализ финансовых данных с помощью самоорганизующихся карт/ Пер. с англ. – М.: Издательский Дом «АльПИНА»;, 2001;
 34. С.В. Котелкин, Ю.А.Куперин, Л.А. Дмитриева, И.В. Сорока. Особенности динамики российского финансового рынка: опыт междисциплинарного экономическо-физического подхода, Вестник Санкт-Петербургского университета, серия 8 – менеджмент, вып. 2 (№ 16), 2002, с. 80-107;
 35. Ю.А. Куперин, Л.А. Дмитриева, И.В. Сорока. Исследование динамики на финансовых рынках нейросетевыми методами: Научные доклады Центра управленческих и институциональных исследований факультета менеджмента СПбГУ. №2001-12;
 36. А.А. Жеребцов, Ю.А. Куперин. Применение самоорганизующихся карт Кохонена для кластеризации индексов DJIA и NASDAQ100, Вестник Санкт-Петербургского университета, серия 8 – менеджмент, вып. 65 (№ 8), 2005;
 37. D. Sornette. Why Stock Markets Crash: Critical Events in Complex Financial Systems, Princeton University Press, 2003
 38. Р.Р. Счастливец. «Предсказание крахов и критических точек на фондовом рынке США методом модифицированных локальных гельдеровских показателей»;, Интернатурный проект по экспериментальной программе дополнительного образования «Информационные технологии, экономическая физика и менеджмент сложных систем» (руководитель Куперин Ю.А.), 2005 г.;
 39. А.Н. Васильев. Квантовополевая ренормгруппа в теории критического поведения и стохастической динамике. Издательство ПИЯФ, СПб, 1998;

40. P. Wilmott, S. Howison, J. Dewynne. *The Mathematics of Financial Derivatives: A Student Introduction*, Cambridge University Press, 1995;
41. J.C. Hull, *Options, Futures, and Other Derivatives*, 3rd Edition, Prentice- Hall, 1997;
42. П.Б. Гольдин. «Аналитические результаты для оценки опционов со стохастической волатильностью», Интернатурный проект по экспериментальной программе дополнительного образования «Информационные технологии, эконофизика и менеджмент сложных систем» (руководитель Куперин Ю.А.), 2005 г.;
43. R.N. Mantegna. Degree of Correlation Inside a Financial Market., in *Applied Nonlinear Dynamics and Stochastic Systems near the Millennium*, Edited by J.B. Kadtkе and A. Bulsara (AIP Press, New York), (1997), pp.197-202.
44. B. E. Baaquie, L.C. Kwek and M. Srikant. «A path integral approach to option pricing with stochastic volatility: some exact results»,-arXiv: cond-mat/9708178 v1, 22 Aug 1997.
45. S. Heston. «A closed Form Solution for Options with Stochastic Volatility with Applications to Bond and Currency Options», *The Review of Financial Studies* (1993) 6, p.327.
46. G. Montagna and O. Nicosini. «A Path Integral Way to Option Pricing»,-arXiv: cond-mat/0202143 v1, 8p., Feb 2002.

ЛИНЕЙНОЕ И НЕЛИНЕЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДОХОДНОСТЕЙ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Куперин Юрий Александрович

В финансовой литературе [1, 2, 3, 4, 10], риск обычно измеряется в изменениях цены активов. Эти изменения могут описываться в различной форме: начиная от абсолютного изменения цены, относительного изменения цены и заканчивая логарифмом ценовых изменений. Показатель изменения цены, определяющийся относительно некоторой начальной стоимости актива, известен как доходность. В этой работе изменения рыночной стоимости позиции будут измеряться в терминах логарифмической или непрерывно начисляемой доходности. Этот выбор удовлетворяет требованиям Базельского комитета и находится в согласии с методологией RiskMetrics [2, стр. 45].

Определения изменений стоимости активов и доходностей.

Обозначим через $P(t)$ стоимость ценной бумаги в момент времени t , где t обозначает один день торговой сессии. Тогда абсолютное изменение стоимости ценной бумаги между датами t и $t-1$ (то есть, за один день), определяется следующим образом:

$$D_t = P_t - P_{t-1}$$

Относительное изменение цены или процентный доход (доходность) R_t для аналогичного временного периода определяется как:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

Логарифм изменения цены (непрерывно начисляемая доходность) r_t , ценной бумаги определяется как натуральный логарифм его процентной доходности, а именно:

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = p_t - p_{t-1}$$

, где $p_t = \ln(P_t)$ это натуральный логарифм P_t

На практике, основная причина, по которой работа с доходностями активов является более предпочтительной, чем с непосредственными ценами активов, заключается в том, что доходности имеют более привлекательные статистические свойства, что будет показано далее. Кроме того, доходности (относительные и логарифмические) очень часто предпочитают

абсолютным изменениям стоимости, потому что последние не показывают изменения относительно некоторого заданного ценового уровня [2, стр. 46]

Чтобы проиллюстрировать вышесказанное и показать разницу между абсолютными изменениями стоимости и логарифмическими доходностями, на рисунке 1. изображены ежедневные абсолютные изменения цены и логарифмические доходности 30-летних государственных облигаций США в течение первого квартала 1996 года.

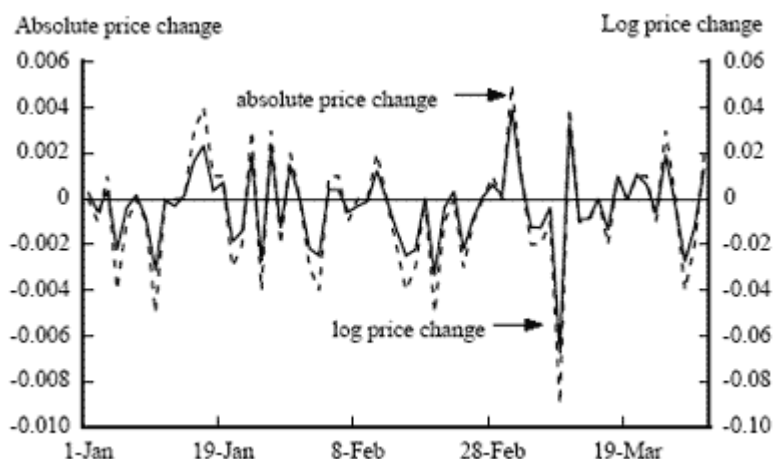


Рис. 1. Абсолютные изменения цены (непрерывная линия) и логарифмическая доходность (пунктирная линия) 30-летних американских бондов

На рисунке 1. видно, что движение обоих показателей практически повторяют друг друга, однако, график логарифмических доходностей более гладкий и его изменения имеют меньшую амплитуду. Далее необходимо рассмотреть переход от однодневных доходностей к многодневному временному горизонту.

Доходность многодневных инвестиций в случае начисления простых процентов составляет, за последние k дней $R_t(k)$, определяется как:

$$R_t(k) = \frac{P_t - P_{t-k}}{P_{t-k}}$$

Для непрерывно начисляемых процентов, многодневная доходность определяется следующим образом:

$$r_t(k) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-k}}\right)$$

Модели для измерения рисков пытаются описать будущие изменения в стоимости ценной бумаги. Часто цель достигается с помощью прогнозирования каждой из базовых для ценной бумаги показателей, используя только исторические значения для построения этих прогнозов. Задача описания будущих изменений цен требует моделирования следующих процессов: (1) временной динамики доходностей, то есть моделирование изменений с течением времени и (2) распределение доходностей в любой момент времени.

Обзор существующих моделей динамики доходностей

Согласно доминирующей в научной среде точке зрения, рынки эффективны, а значит, только значимая негативная/позитивная информация может вызвать изменения в цене, хотя эта линейная парадигма не может объяснить широко распространенные критические события на финансовых рынках. Впервые сформулирована в математических терминах эта парадигма была в трудах Самуэльсона [11] и Фама [12, 13]. Концепция информации была определена аналитически строго. Понятие случайных блужданий было статистически обобщено на процессы Ито.

Кроме большого количества работ, посвященных классической эконометрике [4, 14, 15], в последнее время появилось большое количество нелинейных техник, направленных на изучение детерминированной нелинейной и хаотической динамики в различных экономических системах [16, 17] и, в частности, на международных валютных рынках [18].

Помимо этого, недавно развитые фрактальные и мультифрактальные техники открыли новые возможности по извлечению полезной информации из финансовых временных рядов [16, 20, 21]. Так, например, Б. Мантдельброт предложил в одной из своих недавних работ мультифрактальную модель доходностей акций [22].

Важным шагом в изучении финансовых рынков стало исследование Р. Монтэнья и Г. Стэнли, в котором они открыли, что распределение доходностей финансовых инструментов не может быть описано с помощью распределения Гаусса, более подходящим видом распределения является распределение Леви. В более поздних работах этих авторов [19], был выявлен степенной закон поведения хвостов распределений доходностей на финансовых рынках. Этот факт является доказательством наличия свойства масштабной инвариантности, или скейлинга в исследуемых данных и дало толчок к широкому развитию практики применения методологии мультифрактальной теории к различным финансовым инструментам.

Волатильность котировок инструментов как мера риска

Всюду ниже под термином волатильность будет пониматься среднеквадратическое отклонение вероятностного распределения непрерывно начисляемых доходностей активов. Существует два основных способа получения прогноза финансовых цен и доходностей: используя предполагаемые (implied) волатильности, получаемые из цен опционов, и используя исторические волатильности.

С практической точки зрения [2], использование предполагаемых волатильностей приносит с собой дополнительные проблемы. А именно, предполагаемая волатильность полностью основана на ожиданиях инвестора, через конкретную модель ценообразования опциона. Поэтому [32], так как большинство моделей ценообразования опционов полагают, что среднеквадратическое отклонение является константой, полученная предполагаемая волатильность очень трудно интерпретируема и не приводит к хорошим прогнозам. Особенно если формула для опциона была определена в рамках ряда теоретических гипотез относительно динамики спот - активов. Кроме того, прогноз волатильности жестко связан с фиксированным временным горизонтом. Например, у риск-менеджера есть оценка предполагаемой волатильности, полученная из 3-х месячного опциона на курс USD/DEM. В случае, если ему понадобится оценка волатильности на следующий день после истечения контракта, риск-менеджер не может использовать полученное ранее значение, а на рынке

может не оказаться подходящего инструмента для оценки волатильности.

Также в случае использования предполагаемой волатильности необходимым условием является существование опционов нужного срока на все финансовые инструменты в портфеле. На сегодняшний день общее количество постоянно торгуемых опционов не достаточно велико, чтобы покрыть весь требуемый набор статистики по волатильности. В основном, только опционы на денежном рынке являются достаточным и надежным источником информации. Кроме того, возникают дополнительные трудности, в частности, с незначительным количеством предполагаемых коэффициентов корреляций, необходимых для оценки рискованности портфеля, состоящего из нескольких, а иногда и многих видов ценных бумаг [2, стр. 77-85]

С другой стороны, некоторые теоретические исследования показывают, что точность прогнозов для подобных предикторов волатильности превышает соответствующие прогнозы, полученные через исторические данные цены актива [33]. Однако, в связи с тем, что предполагаемая волатильность учитывает ожидания игроков на рынке, а чисто исторические модели волатильности полагаются исключительно на прошлую информацию, этот способ может использоваться как дополнительный инструмент прогнозирования среднеквадратического отклонения доходностей финансовых инструментов.

Требования Базельского комитета, модели SMA и EWMA

В соответствии с требованиями Базельского комитета, волатильность и коэффициенты корреляции будущих периодов должны оцениваться с помощью взвешенных с равными весами значений волатильности в течение, как минимум, предшествующего года. Этот метод в статистической литературе называется простым скользящим средним (simple moving average, SMA). Другой способ описать динамику волатильности – использовать экспоненциально взвешенное скользящее среднее для исторических наблюдений. В этом случае недавние события вносят больший вклад в оценку волатильности. Этот подход является стандартной моделью RiskMetrics [2].

Моделирование волатильности с помощью EWMA

Этот подход имеет два важных преимущества перед использованием простого скользящего среднего с равными весами. Во-первых, оценка, получаемая с помощью модели EWMA, намного быстрее адаптируется к изменениям конъюнктуры рынка и резким колебаниям курсов, так как недавние события имеют больший вес, чем произошедшие в далеком прошлом. Во-вторых, быстро среагировав на шоковые значения доходности, далее важность этого события падает тем больше, чем больше времени прошло с момента шокового события. То есть не происходит переоценки риска на достаточно большом интервале времени, характерного для SMA.

Для заданного множества из $\{r_t\}$ доходностей используются следующие формулы для вычисления равновзвешенных и экспоненциально взвешенных волатильностей (среднеквадратических отклонений):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_t - \bar{r})^2}$$

для равных весов и

$$\sigma = \sqrt{(1-\lambda) \sum_{t=1}^T \lambda^{t-1} (r_t - \bar{r})^2}$$

для экспоненциально взвешенных волатильностей. Заметим, что для оценок волатильностей не подразумевается зависимость от времени. Этот параметр определяет относительные веса, которые применяются к наблюдениям (доходностям), что позволяет учитывать только эффективное количество данных при оценке волатильности.

Рисунки 2 и 3 выделяют важную разницу между прогнозами волатильности, сделанными с помощью равновзвешенных данных и экспоненциально взвешенных данных, используя в качестве примера обменный курс GBP/DEM при падении последнего в 1992 году. В тот год на рынках валют царил суматоха, которая, в конечном счете, привела к девальвации некоторых европейских валют. Оценка волатильности, полученная с помощью экспоненциального скользящего среднего быстро отразило эти события, тем не менее, была чувствительна и к уменьшению волатильности на протяжении следующих месяцев. В то же самое время, оценка волатильности через простое 6-месячное скользящее среднее дольше реагирует на сильнейшие колебания рынка и остается завышенной, несмотря на факт, что к концу года рынки успокоились. [2, стр. 79-80]



Рис. 2. Обменный курс DEM/GBP

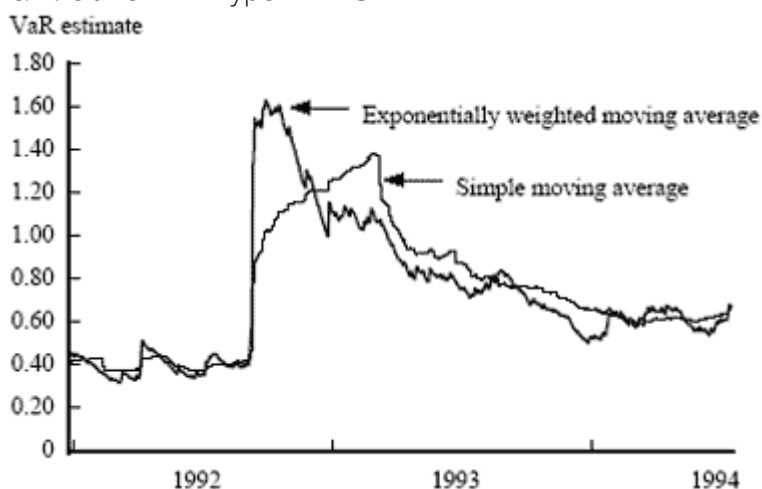


Рис. 3. Оценка VaR

Приведенный пример позволяет предположить, что EWMA более подходящая для практических целей модель. В случае возможности регулярного обновления данных, она описывает внешние

изменения рынка лучше, чем SMA, давая более реалистичную оценку текущей волатильности. Хотя экспоненциально взвешенное скользящее среднее гораздо более изощренный способ оценки, его практическая реализация достаточно проста.

Другим важным преимуществом оценки по методу EWMA является возможность выражения в рекурсивной форме, которая, в свою очередь, будет использоваться в качестве основы при вычислениях прогнозов волатильности.

Действительно, обычно инвестору больше необходим прогноз завтрашних рисков, а не апостериорный анализ вчерашних, хотя в рамках системы оценки рисков может решаться и первая задача, но с целью мониторинга эффективности налаженной системы. Более того, полагая среднее распределения доходностей равным нулю, можно вывести выражение для прогноза волатильности в момент времени $t+1$, выраженное через значение волатильности в момент времени t (на 1 день раньше):

$$\sigma_{1,t+1|t} = \sqrt{\lambda \sigma_{1,t|t-1}^2 + (1-\lambda) r_{1,t}^2}$$

$\sigma_{1,t+1|t}$ обозначается прогноз значения волатильности σ , на следующий момент времени, имея значение волатильности в предыдущий момент времени t . Это обозначение подчеркивает тот факт, что учитывается зависимость волатильности от времени.

Моделирование ковариации и коэффициентов корреляции

В этом параграфе будут представлены подходы SMA и EWMA к вычислению прогнозов значений ковариации и коэффициента корреляции двух временных рядов:

$$\sigma_{12}^2 = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_{1t} - \bar{r}_1)(r_{2t} - \bar{r}_2)}$$

для оценки ковариации через предыдущие значения с равными весами и

$$\sigma_{12}^2 = \sqrt{(1-\lambda) \sum_{t=1}^T \lambda^{t-1} (r_{1t} - \bar{r}_1)(r_{2t} - \bar{r}_2)}$$

для оценки ковариации через предыдущие значения с экспоненциальными весами. По аналогии с выражением для оценки дисперсии (уравнение 1.15), прогноз ковариации также может быть записан в рекурсивной форме. А именно,

$$\sigma_{12,t+1|t} = \lambda \sigma_{12,t|t-1} + (1-\lambda) r_{1,t} r_{2,t}$$

Напомним, что коэффициент корреляции финансовых временных рядов получается путем деления ковариации между двумя сериями доходностей на произведение их среднеквадратических отклонений, или, в математической формулировке

$$\rho_{12,t+1|t} = \frac{\sigma_{12,t+1|t}^2}{\sigma_{1,t+1|t}\sigma_{2,t+1|t}}$$

Многодневные прогнозы

Всюду выше определялись только однодневные прогнозы волатильности и корреляции. Тем не менее, риск - менеджеры часто заинтересованы в прогнозировании на более длительное время, чем один день. Учитывая предположение о броуновской динамике движения котировок, во многих работах [2, 9, 10, 19, 20, 21, 34, 35] можно найти обсуждение свойств скейлинга броуновского движения (который, с дополнительными ограничениями, является процессом, описывающим динамику нормально распределенных независимых переменных). Известно, что значение дисперсии и среднеквадратического отклонения масштабируются следующим образом:

$$\sigma_{1,t+T|t} = \sqrt{T}\sigma_{1,t+1|t}$$

и

$$\sigma_{12,t+T|t} = \sqrt{T}\sigma_{12,t+1|t}$$

Уравнения 1.20 и 1.21 показывают, что прогноз корреляции не зависит от горизонта прогнозирования, а именно:

$$\rho_{t+T|t} = \frac{(\sqrt{T}\sigma_{12,t+1|t})^2}{\sqrt{T}\sigma_{1,t+1|t}\sqrt{T}\sigma_{2,t+1|t}} = \rho_{t+1|t}$$

Обзор и сравнение альтернативных методов моделирования волатильности

Исследования в области финансов в последние годы значительное внимание уделяют разработке более формализованных способов оценки волатильности. Эти способы весьма разнообразны: от метода экстремальных значений [36] до более сложных нелинейных моделей, как, например, модель GARCH [26], модель стохастической волатильности [37] и применение методов хаотической динамики [38]. В академической среде, а также среди практиков, модели на базе GARCH получили наибольшее распространение. Это произошло вследствие того, что финансовые временные ряды часто демонстрируют зависимость волатильности от времени. [2]

Среди упомянутых методов, наименее требовательными с точки зрения вычислительных процедур являются методы экстремального значения и регрессионные модели. Оценки, полученные с помощью метода экстремального значения, используют различные типы

входных данных, такие как наибольшая, наименьшая цена сессии, цена открытия и цена закрытия, а также объем торгов. Однако использование этого метода показывает, что он склонен давать смещенную оценку.

Теоретические исследования по сравнению эффективности моделей EWMA и GARCH, приводят к следующим результатам. В работе К. Веста [39], сообщается, что модели GARCH существенно превосходят модели экспоненциального скользящего среднего в прогнозной эффективности, за исключением очень коротких временных горизонтов. В других работах [40], показано, что модели GARCH дают лучшие прогнозы для валютного рынка, однако преимущества над оценкой полученной с помощью EWMA исчезают, когда горизонт прогнозирования превосходит 20 дней.

Таким образом, с точки зрения оптимального соотношения точность моделирования/затраты на реализацию, оптимальным методом моделирования является использование методологии EWMA для прогноза с целью построения практической системы оценки рыночных рисков.

Список литературы

1. Jorion Ph., Value at risk: the new benchmark for managing financial risk – 2nd edition, McGraw-Hill, 2001.
2. RiskMetrics Technical Document – JPMorgan, 4th edition, December, 1996.
3. Holton G. A., Value-at-Risk, Theory and Practice – Academic Press, 2003.
4. Sharpe W., et al, Investments – Prentice Hall International, Inc., 1997.
5. Risk Management: A Practical Guide – JPMorgan, 1999.
6. Samuelson P. A., Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly – Industrial Management Review, 6, 1965.
7. Fama E.F., Efficient Capital Markets: Review of Theory and Empirical Work – The Journal of Finance, 25, 1970.
8. Fama E. F., Efficient Capital Markets: II – The Journal of Finance, 46 (5), 1991.
9. Cornell B., Spot Rates, Forward Rates and Exchange Market Efficiency – Journal of Financial Economics, 5, 1977.
10. Frankel J. A., Tests of Rational Expectations in the Forward Exchange Market – Southern Economic Journal, 46, 1980.
11. Hilborn R. C., Chaos and Nonlinear Dynamics – Oxford University Press, 1994.
12. Kantz H., Schreiber T., Nonlinear Time Series Analysis – Cambridge University Press, 1997.
13. Bleaney M., Mizen P., Nonlinearities in Exchange Rate Dynamics: Evidence from Five Currencies: 1973-1994 – Economic Record, 72 (216), 1996.
14. Mantegna R., Stanley H., An Introduction to Econophysics, Correlations and Complexity in Finance, Cambridge University Press, 2000.
15. Peters E. E., Chaos and Order in the Capital Markets, - John Wiley & Sons, Inc., 1991.
16. Peters E. E., Fractal Market Analysis: Applying Chaos Theory to Investment and Economics – John Wiley & Sons, Inc., 1994.
17. Mandelbrot B., Fisher A., Calvet L., A multifractal model of asset's returns, Cowles Foundation Discussion Paper, №1164, 1997.
18. Kroner, K., Kneafsey, K.P., and S. Claessens, Forecasting volatility in commodity markets – International Journal of Forecasting, 1995.
19. Xu, X. and S. Taylor., Conditional volatility and the information efficiency of the PHLX currency options market – Journal of Banking and Finance, 19, 1995.
20. Voit J., The Statistical Mechanics of Financial Markets - Springer, 2002.
21. Montagna G., Lectures on stochastic processes, - IUSS lectures, Lecture 1-4, 2005.

22. Parkinson, M. The Extreme Value Method for Estimating the Variance of the Rate of Return – Journal of Business, 1, 1980.
23. Harvey, A.C., E. Ruiz and N.G. Shepard. Multivariate Stochastic Variance Models - Review of Economic Studies, 61, 1994.
24. LeBaron, B. Chaos and Nonlinear Forecastability in Economics and Finance – Working Paper University of Wisconsin - Madison, 1994.
25. West, K.D., Edison, H.J., and D. Cho. A utility-based comparison of some models of exchange rate volatility, - Journal of International Economics, 35, 1993.
26. Heynen, R., Kat H.. Volatility prediction: A comparison of GARCH(1,1), EGARCH(1,1) and Stochastic Volatility model. - Mimeograph, 1993.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ VAR ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ

Куперин Юрий Александрович

Впервые идея о необходимости управления рисками возникла вследствие череды крупных финансовых крахов в начале 1990 годов таких компаний как Orange Country, Barings, Metallgesellschaft, Daiwa и многих других [1, стр. 35-46]. Общим выводом из этих событий стало осознание факта, что огромное количество денег может быть потеряно вследствие слабого контроля и управления финансовыми рисками. Поэтому многие финансовые институты инициировали начало исследований в этой области. Ключевым моментом в истории риск-менеджмента стала публикация в октябре 1994 года компанией JP Morgan технического документа, который с тех пор дорабатывался и улучшался уже несколько раз.

Введение в VaR

Инвесторам необходима методология для определения и измерения рисков, которые на финансовых рынках определяется как степень неопределённости будущих доходностей. Для этой цели необходимо понимать природу возникающих рисков. Технический документ JP Morgan предлагает одну из возможных классификаций рисков, основанную на источнике возникающей неопределённости:

- Кредитные риски оценивают возможные потери вследствие невозможности другой стороны выполнить свои обязательства;
- Операционные риски происходят от ошибок, которые могут быть сделаны во время обеспечения сделок – приема платежа или задание параметров банковских транзакций;
- Риски ликвидности отражают потенциальную неспособность компании обеспечить выполнение обязательств вследствие неликвидности активов;
- Рыночные риски отражают неопределённость будущих доходов, связанную с изменением рыночных показателей (цены активов, процентных ставок, и т.п.).

До получения любых численных оценок риска, очевидно, инвестору сначала необходимо определить, с какими именно рисками он имеет дело на практике. Также необходимо принимать во внимание необходимость компромисса между точностью модели и сложностью её реализации (как программной части, так и вычислительного комплекса).

Введем определение VaR. Согласно техническому документу RiskMetrics, Value-at-Risk – это мера максимального потенциального изменения стоимости портфеля финансовых инструментов с определённой вероятностью на заданном временном горизонте [2, стр. 6-7].

В общем случае, для получения этой величины необходимо ответить на два вопроса: 1 - какой объем активов потенциально рискован; 2 - каков этот риск в численном выражении (то есть, какие составляющие риска необходимо учесть и что является мерой этих рисков). Для простоты предположим, что инвестор заинтересован только в оценке рыночных рисков.

Для ответа на первый из поставленных вопросов, необходимо найти рыночную стоимость оцениваемых активов в основной валюте (откалибровать по рынку). Переход к

количественному показателю риска требует оценки того, как сильно это рыночная стоимость может измениться. В финансах риск определяется как среднеквадратическое отклонение σ исторических доходностей r_i от среднего уровня вследствие изменений в финансовых переменных [1, стр. 81].

Далее, исходя из предположения, что нормированные доходности r_i / σ финансового инструмента распределены нормально с найденным значением среднеквадратического отклонения, при доверительном уровне 95%, VaR вычисляется как 1.65σ (рис. 1.).

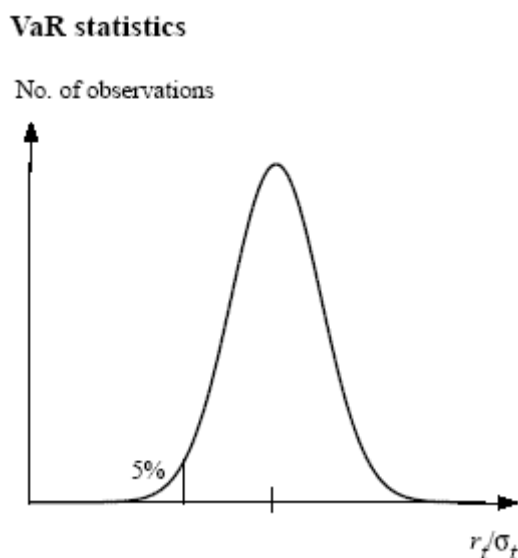


Рис. 1. VaR

Методы вычисления VaR

Value at Risk стал важной составляющей набора инструментов риск – менеджера и инвестора, так как он дает численную меру риска. На практике, как правило, задача ставится не только получить достаточно точную оценку риска, но и оптимизировать затраты на её вычисление. Это подразумевает работу по выбору метода, который будет более подходящим для конкретного портфеля финансовых инструментов. В этой связи было разработано несколько подходов к оценке VaR.

Эти подходы к оценке VaR могут быть разделены на две группы. Первая группа использует локальные способы оценки. Эта группа измеряет риск через первоначальное определение стоимости в начальный момент времени, а затем использует производные для определения возможных изменений. Дельта-нормальный метод использует лишь линейную составляющую динамики через производную первого порядка или дельту (отсылаем читателя к греческим обозначениям в теории опционов) и подразумевает нормальность будущих распределений доходностей. Таким образом, метод дельта представляет собой аналитическую аппроксимацию производных первого и второго порядков и наиболее подходит для портфелей с ограниченным потенциалом риска.

Вторая группа методов использует так называемую полную оценку. Эти методы измеряют риск, полностью переоценивая портфель для каждого из широкого набора возможных сценариев. Методы полной оценки могут быть реализованы через метод исторического моделирования и метод моделирования Монте-Карло.

Эта классификация отражает фундаментальный баланс между скоростью, простотой реализации и точностью модели. Скорость становится очень важным параметром для больших портфелей из нескольких тысяч инструментов, подверженных многообразным рискам, обрабатывая также взаимодействие рисков через коэффициенты корреляций. В таких ситуациях, как правило, используется менее точный, но более быстрый дельта-нормальный метод. Точность, тем не менее, может быть более важным параметром, когда портфель содержит нелинейные компоненты.

Дельта-нормальная оценка

Методы локальных оценок обычно основываются на предположении о нормальности распределений доходностей. Это предположение особенно удобно, так как в этом случае сумма нормально распределенных переменных сама является нормально распределенной величиной.

Чтобы проиллюстрировать этот подход, необходимо выбрать инструмент, стоимость которого зависит лишь от единственного лежащего в основе фактора риска – цены S базового актива, входящего в портфель. Первый шаг состоит в оценке начальной стоимости портфеля

$$V_0 = V(S_0)$$

Определим Δ_0 как частную производную первого порядка, или, иначе, как чувствительность портфеля к изменению цены актива. В финансовой литературе [3, 4] эта производная называется модифицированной дюрацией для портфеля из инструментов с фиксированной доходностью или дельтой для деривативов [3, 5]. Таким образом, потенциальная потеря стоимости, dV , может быть вычислена следующим образом:

$$dV = \left| \frac{\partial V}{\partial S} \right|_{V=V_0} dS = \Delta_0 dS$$

Если распределение доходностей нормальное, значение VaR для портфеля может быть получено как произведение размера актива на VaR базового актива портфеля:

$$VaR = |\Delta_0| \times (\alpha \sigma S_0)$$

где α - это коэффициент, соответствующий определенному уровню значимости (1.65 для 95%, 2.32 для 99%) и σ - среднеквадратическое отклонение возможных изменений стоимости базового актива. Этот метод оценки называется аналитическим. Для финансового инструмента с фиксированной доходностью, фактором риска является доходность y и соотношение цена/доходность. В этом случае, VaR (рисковая стоимость) инструмента находится следующим образом:

$$dV = -D_m V dy$$

$$VaR = \alpha D_m V$$

, где D_m - модифицированная дюрация облигации.

Среди достоинств дельта-нормальной оценки выделяется простота реализации и быстрота вычислений даже для очень большого количества финансовых активов, входящих в портфель, так как эта оценка заменяет каждую позицию в портфеле её линейной аппроксимацией.

Основным недостатком этого метода является недооценка значений, которые не описываются нормальным распределением доходностей (толстых хвостов распределений Леви) и, в некоторых случаях, неадекватное описание поведения нелинейных финансовых инструментов, таких как ипотечные бумаги.

Дельта-гамма оценка (оценка через «греческие символы»)

Очевидным способом дополнения дельта-нормального подхода является рассмотрение в разложении Тейлора производных более высокого порядка. С их помощью можно повысить точность аппроксимации:

$$dV(S,t) = \frac{\partial V}{\partial S} dS + \frac{\partial V}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} dS^2 + \dots$$

или, используя финансовые обозначения,

$$dV(S,t) = \Delta dS + \Theta dt + \frac{1}{2} \Gamma dS^2 + \dots$$

По аналогии с преобразованиями, которые были произведены в описании дельта-нормального подхода, можно получить формулу для соотношения цена-доходность для облигаций в терминах метода дельта-гамма оценки:

$$dV = -D_m V dy + \frac{1}{2} C V D y^2 + \dots$$

, где D_m - модифицированная дюрация и C - коэффициент при производной второго порядка, называемая конвекцией. В предположении о нормальности, аналитическая формула для рискованной стоимости достаточно проста и для нелинейных инструментов (в частности, опционов), и для инструментов с фиксированной доходностью:

$$VaR_{op} = |\Delta| \alpha \sigma S - \frac{1}{2} \Gamma (\alpha \sigma S)^2$$

$$VaR_{fixed} = D_m \alpha \sigma V + \frac{1}{2} C (\alpha \sigma V)^2$$

Существует также большое количество дальнейших разработок аналитических методов, корректирующих значение рискованной стоимости (VaR) в соответствии со значениями производных более высокого порядка, таких, например, как метод Корниша-Фишера [1]. Но эти подходы нивелируют основное преимущество аналитических методов, требуя все большие

вычислительных ресурсов.

Ещё одним способом улучшения точности оценки – это так называемый дельта-гамма-Монте-Карло метод, в рамках генерируются случайные реализации риск – факторов S , с дальнейшей подстановкой полученных значений в приближение Тейлора для получения возможных сценариев движений исследуемого актива. Этот метод также известен как метод частичного моделирования [1, 2]. Эти изоцированные методы могут быть использованы для более точной настройки параметров скорости и точности у системы оценки рисков стоимости.

Преимущества и недостатки оценки методом дельта-гамма похожи на те, которые были отмечены выше для дельта-нормального метода. На самом деле, используя этот подход можно улучшить точность вычислений и учесть нелинейный вклад в приближение, но в то же время, значительно увеличивается трудоемкость вычислений.

Методы полной оценки (Монте-Карло)

В некоторых ситуациях способ аппроксимации через разложение в ряд Тейлора не подходит совсем. К примеру, в случае, когда наихудшие потери не могут быть получены при экстремальных изменениях базисных активов, как это происходит для длинного стрэддла (long straddle), когда покупаются одновременно опционы типа «пут» и типа «колл» с одинаковыми страйковыми ценами и сроками исполнения в расчете на неустойчивость конъюнктуры. Максимальная потеря, являющаяся суммой уплаченных премий по опционам, достигается в случае, когда цена базисного актива вообще не изменяется.

В этом случае используется метод полной оценки, рассматривающий стоимость портфеля для широкого значения возможных ценовых изменений:

$$dV = V(S_1) - V(S_0)$$

Новые значения S , могут быть сгенерированы с помощью методов статистического моделирования, в частности, метода Монте-Карло, который основывается на априорном задании распределения возможных приращений. Другим способом получения значений S , может стать метод исторического моделирования, который просто создает выборку из недавних исторических значений. А именно, возвращаясь к прошлым значениям, применяет определенные веса к временному ряду исторических значений доходности. Этот подход иначе называется бутстрэппингом, или использованием существующего варианта процесса для создания нового варианта, так как предусматривает использование распределения недавних исторических значений [1].

В обоих случаях формируется стоимость портфеля на заданную дату, используя метод полной оценки. Этот метод потенциально является самым точным, так как он учитывает все возможные нелинейности и даже всевозможные выплаты, которые обычно просто игнорируются при применении дельта-нормального подхода. Подход VaR в методе полной оценки вычисляется из требуемых перцентилей полного распределения возможных выплат. С точки зрения вычислительных процессов, этот подход достаточно требователен к ресурсам, так как необходимо полностью рассчитывать рыночную стоимость позиции для большого количества возможных изменений базисных активов – факторов риска.

С целью уменьшения требуемого объема вычислений, иногда используется сеточный метод Монте-Карло [6], когда вычисление стоимости портфеля происходит не на всем множестве

значений, а лишь на ограниченном количестве узловых точек [7].

Основным преимуществом метода исторического моделирования является возможность получения полной оценки достаточно простым методом в случае портфелей с большим количеством разнообразных инструментов и на короткие временные интервалы. Все, что требуется – это временной ряд агрегированных доходностей портфеля. Метод может учитывать все нюансы, также предоставляя возможность выбрать необходимый временной горизонт.

С другой стороны, метод исторического моделирования имеет ряд недостатков. Первый заключается в необходимости иметь достаточное количество исторических данных по динамике цен. Чтобы получить 1000 независимых значений моделирования 1-дневного изменения цены, требуются исторические данные за 4 года. В то же время, некоторые финансовые инструменты могут иметь более короткую историю. Вторым недостатком является тот факт, что используется только один из возможных вариантов развития событий. Другими словами, подразумевается, что прошлое полностью представляет будущее, что, вообще говоря, неверно. Если в окно не попали важные события, распределение будущих доходностей не будет хорошо представлено. И наоборот, выборка может содержать события, которые заведомо не повторятся в будущем.

Что касается метода Монте-Карло, то это наиболее мощный метод, который может, в принципе, учитывать широкий круг возможных рисков, включая, конечно, и нелинейные эффекты. Моделирование методом Монте-Карло может учитывать изменение волатильности во времени, толстые хвосты распределений и даже экстремальные сценарии развития событий. Моделирование восстанавливает полностью плотность вероятности данных и может быть использовано для проверки ожидаемых потерь после использования VaR.

Важнейшим недостатком метода Монте-Карло является большое время вычислений. Скажем, для портфеля из 1000 ценных бумаг, для каждой из которых генерируются 1000 дневных данных, общее число моделируемых чисел уже составляет 10^6 . Кроме того, если процесс оценки стоимости актива также требует моделирования, полный вычислительный процесс становится слишком сложным для его выполнения в on-line режиме. Более того, ежедневные оценки VaR должны быть получены до открытия рынка на следующий день, то есть за несколько часов.

Метод моделирования Монте-Карло, кроме того, самый «затратный» в смысле требований к инфраструктуре и интеллектуальным ресурсам. Другим недостатком этого метода является зависимость от стохастического процесса при моделировании риска. В самом деле, метод Монте-Карло зависит от определенного стохастического процесса для базисных факторов риска также как модели ценообразования для опционов или ипотечных инструментов. Чтобы проверить, робастны ли полученные результаты к изменениям модели, результаты моделирования должны быть дополнены неким анализом чувствительности. Наконец, рисковая стоимость, оцененная через смоделированные данные, зависит от дисперсии выборки. Например, это случай, когда риск-факторы совместно нормальны и все выплаты линейны. В этом случае дельта-нормальный метод даст корректную оценку за один шаг. Тем не менее, в целом этот метод, вероятно, является наиболее полным подходом к измерению рыночных рисков, если моделирование производится, в определенном смысле, корректно.

Сравнение эффективности представленных методов оценки

Чтобы получить ясное представление об альтернативе точность/время вычисления всех методов, обсужденных выше, обратимся к результатам исследований, посвященных этому вопросу [1]. В таблице 1. приведены полученные результаты исследований для произвольно

выбранного портфеля валют используя дельта-нормальный метод, основанный на использовании фиксированного окна и равных весов, а также экспоненциальных весов, наряду с методом исторического моделирования. В таблице сравниваются процент попаданий результатов, охваченных прогнозным значением VaR.

Таблица 1. Эмпирическое сравнение моделей VaR: доля покрытых результатов

Метод	95% VaR	99% VaR
Дельта-нормальный. Равные веса, ширина окна:		
50 дней	95.1%	98.4%
250 дней	95.3%	98.4%
1250 дней	95.4%	98.5%
Дельта-нормальный. Экспоненциальные веса при:		
$\lambda = 0.94$	94.7%	98.2%
$\lambda = 0.97$	95.0%	98.4%
$\lambda = 0.99$	95.4%	98.5%
Историческое моделирование. Ширина окна:		
125 дней	94.4%	98.3%
250 дней	94.9%	98.8%
1250 дней	95.1%	99.0%

Средний столбец показывает, что все методы дают значения очень близкие к идеальному значению доверительного уровня в 95%. При значении уровня 99%, тем не менее, дельта-нормальный подход незначительно, но недооценивает рисковую стоимость. В упомянутом исследовании также сообщается, что значения VaR, полученные с помощью дельта-нормального подхода должны быть увеличены на 9-15%, чтобы добиться корректного покрытия (учесть наличие толстых хвостов). Особенно отметим, что когда значение VaR превышает некоторым событием, это событие, в среднем, в 1.3-1.4 раза выше, чем мера риска, и показывает существенную недооценку риска. Этим эмпирическим анализом, однако, проверялись позиции с линейной структурой риска.

Что касается портфеля, состоящего из опционов, результаты исследований, приведенные в таблице 2, наглядно демонстрируют вышесказанное.

Таблица 2. Точность и скорость различных методов вычисления VaR: 99% VaR портфеля опционов

Метод	Точность. Средняя абсолютная ошибка (%)	Скорость. Время вычислений, секунд
Дельта-нормальный	5.34	0.08
Дельта-гамма-нормальный	4.72	1.17
Дельта-гамма-Монте-Карло	3.08	3.88
Сеточный Монте-Карло	3.07	32.19
Монте-Карло	0	66.27

Полученные результаты подтверждают сказанное выше. Дельта-нормальный метод, как и ожидалось, имеет самое большое значение и наименьшее время исполнения. С другой стороны, наиболее точный метод – это метод Монте-Карло, который практически полностью определил действительное значение VaR, но ценой времени вычислений, более 1 минуты. Все другие методы представляют собой компромисс между точностью и временем вычисления. Интересным вопросом для будущих исследований является проверка того, насколько хорошо

будут работать эти приближения в контексте больших диверсифицированных портфелей банков? Учитывая быстро уменьшающуюся стоимость вычислительных мощностей, методы полной оценки вскоре могут избавиться от перечисленных выше недостатков. Другим перспективным способом преодоления недостатков методов полной оценки является использование систем распределенных вычислений, в частности, кластеров, не требующих дорогостоящей инфраструктуры для высокопроизводительных вычислений.

Список литературы

1. Jorion Ph., Value at risk: the new benchmark for managing financial risk – 2nd edition, McGraw-Hill, 2001.
2. RiskMetrics Technical Document – JPMorgan, 4th edition, December, 1996.
3. Sharpe W., et all, Investments – Prentice Hall International, Inc., 1997.
4. Fabozzi F., Bond markets, analysis and strategies – 3rd edition, Prentice Hall International, 1996.
5. Wilmott P., Derivatives: The theory and practice of financial engineering, - John Wiley & Sons, 1999.
6. Picoult E., Calculating Value at Risk with Monte Carlo simulation, - Risk Management for Financial Institutions, 1997.
7. Nicrosini, O. Introduction to the Monte-Carlo Method, - IUSS lectures, 2005.

ПРИКЛАДНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА В АНАЛИЗЕ ФИНАНСОВЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Дмитриева Людмила Анатольевна
Куперин Юрий Александрович

В настоящее время большое количество научной литературы посвящено исследованиям разнообразных финансовых инструментов методами нелинейной динамики и теории хаоса. Вероятностное описание котировок финансовых инструментов, впервые введенное Башелье, основывалось на их независимости и гауссовом распределении изменений цен. Простая и удобная в использовании модель, предложенная Башелье, однако, плохо описывала происходящее на рынке. Модель, в частности, оказалась неспособной учитывать долговременные корреляции и «толстые хвосты» в распределениях доходностей финансовых инструментов, которые они демонстрируют.

В 1963 году в динамической системе, при изучении турбулентности, Лоренцем [26] было обнаружено очень сложное движение, которое воспринималось как хаотическое. Для характеристики таких движений впервые ввели понятие динамического хаоса. В статье Рюэля и Такенса [27], опубликованной в 1971 году, был введен новый математический образ динамического хаоса - странный аттрактор. Определение «странный» подчеркивает два основных свойства аттрактора. Во-первых, необычность его геометрической структуры. Размерность странного аттрактора является дробной (фрактальной). Во-вторых, странный аттрактор - это притягивающая область для траекторий из окрестных областей. При этом все траектории внутри странного аттрактора динамически неустойчивы, что выражается в сильной экспоненциальной расходимости близких в начальный момент траекторий.

Схожесть в поведении хаотических систем и экономических рынков привела к идее, что за движение котировок на рынке акций может определяться вполне определенной динамической системой [11]. Объяснение наблюдаемой фрактальной структуры финансовых данных было предложено Мандельбротом с помощью мультифрактальной модели доходностей акций. Особенное внимание уделялось также проблеме корректности применения нелинейного прогнозирования в области финансовых временных рядов (LeBaron B., *Chaos and Nonlinear Forecastability in Economics and Finance*, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 348, 1994;).

Тем не менее, большинство представленных работ представляют собой изящные теоретические выводы и почти не содержат практических рекомендаций по их применению в прикладных задачах. Настоящая работа посвящена решению прикладных задач нелинейного анализа реальных котировок акций. Особенное внимание уделяется проверке корректности полученных с помощью существующих на сегодняшний день программных продуктов результатов.

Обзор используемого программного обеспечения

Для динамического анализа данных использовались следующие программные продукты: программа *Dataplore* компании DATAN, набор модульных программ *TISEAN*, созданных в Институте физики и теоретической химии университета города Франкфурта Райнером Хеггером

(Rainer Hegger), Ольгером Канцом (Holger Kantz) и Томасом Шрайбером (Thomas Schreiber), *Chaos Data Analyzer (CDA)*, написанная Дж. Спроттом и Дж. Роуландсом (Sprott J., Rowlands G.), а также программа *Fraclan*, разработанная в институте математических проблем биологии РАН В. Сычевым.

Для фрактального анализа в работе использовался специализированный набор расширений (toolbox) программы MatLab – *FracLab*, созданный во французской лаборатории *Fractals team*.

Линейная парадигма

Кратко напомним основные предположения гипотезы эффективного рынка [10]. Гипотеза эффективного рынка предполагает, что цены отражают всю публичную информацию. Изменения в ценах никак не соотносятся между собой, разве что для очень коротких временных зависимостей, которые быстро исчезают. Рыночная стоимость определяется консенсусом большого количества аналитиков.

Рациональные инвесторы оценивают прибыль методом вероятностного взвешивания, который дает ожидаемые прибыли. Риск измеряется как стандартное отклонение прибылей. Инвесторы предпочитают активы, которую дают наивысшую ожидаемую прибыль при заданном уровне риска. Инвесторы не склонны к риску. Вследствие двух названных выше концепций цены следуют случайному блужданию. Следовательно, вероятностное распределение приблизительно нормально или логнормально. Эта приблизительность означает, как минимум, что распределение прибылей имеет конечную среднюю величину и дисперсию.

Эти предположения указывают на то, что теория рынков капитала существенно зависит от нормальности распределения прибылей. Но, как уже упоминалось выше, эмпирические исследования зачастую опровергают данное предположение. Большинство инвесторов не реагируют на поступившую информацию сразу же после ее получения, а ждут ее подтверждения, ничего не предпринимая до тех пор, пока тренд не станет явно установившимся. Такое движение соответствует обобщенному броуновскому движению, описываемому фрактальной геометрией. [10] Результаты исследований статистического анализа, показывают, что основные свойства финансовых инструментов на рынке не совпадают с предсказанными гипотезой эффективного рынка результатами.

Фазовое пространство, восстановление фазового пространства

Главная идея применения методов хаотической динамики к анализу временных рядов состоит в следующем. Оказывается [15], основная структура хаотической системы, содержащая в себе всю информацию о системе, а именно, ее *аттрактор* (подмножество фазового пространства, притягивающее траектории в пределе бесконечного времени), может быть восстановлена через измерение только одной наблюдаемой этой динамической системы, фиксированной как временной ряд.

Детерминированные динамические системы описывают эволюцию системы с течением времени в некотором фазовом пространстве

$$\Gamma \subset R^d$$

Эти системы могут быть порождены, например, обыкновенными дифференциальными уравнениями

$$\dot{x} = F(x(t))$$

или, если время дискретно $t = n\Delta t$, выражениями вида

$$x_{n+1} = f(x_n)$$

Временные ряды затем можно рассматривать как последовательность наблюдений $\{S_n = S(x_n)\}$, сделанных с помощью некоторой функции измерения $s(\cdot)$. Так как последовательность (обычно скалярная) $\{S_n\}$ сама по себе не порождает многомерное фазовое пространство динамической системы, необходимо использовать некоторый технический прием, чтобы раскрыть многомерную структуру, используя только имеющиеся данные.

Согласно методу Грасбергера и Прокаччи [14], процедура реконструкции фазового пространства и восстановления хаотического аттрактора системы при динамическом анализе временного ряда, сводится к построению так называемого лагового или восстановленного пространства с помощью *метода задержки* (*method of delays*). Векторы в новом пространстве, пространстве вложения, сформированы из значений временного ряда скалярных измерений с временным запаздыванием:

$$\overline{S}_n = (S_{n-(m-1)\tau}, S_{n-(m-2)\tau}, \dots, S_n)$$

Число элементов m называется *размерностью вложения*, время τ обычно называется *задержкой* или *лагом*. В теоремах Такенса [16] и Сойера [17] показывается, что если последовательность $\{S_n\}$ на самом деле состоит из скалярных измерений структуры динамической системы, тогда, при определенных предположениях, такое восстановление фазового портрета является точной картиной настоящего множества $\{x\}$, если, конечно, m достаточно велико.

Или, другими словами, реальный аттрактор динамической системы и «аттрактор», восстановленный в лаговом пространстве по временному ряду согласно указанному выше правилу (псевдоаттрактор), при адекватном подборе размерности вложения m , являются топологически эквивалентными и обладают одинаковыми обобщенными фрактальными размерностями, ляпуновскими показателями и другими численными характеристиками.

В том случае, если анализируемый временной ряд является реализацией случайного процесса, то восстановленный псевдоаттрактор представляет собой бесструктурное облако точек, которое при последовательном бесконечном увеличении размерности вложения лагового пространства m , подобно газу, заполняет весь предоставленный ему объем [15].

Метод задержки для восстановления фазового портрета широко используется в динамическом анализе временных рядов. Практическая реализация этого метода проста и не требует детального объяснения. Напомним лишь, что если временной ряд содержит N измерений, то число вложенных векторов равно $N - (m - 1)\tau$. Это необходимо помнить для правильной нормировки усредненных значений.

Требования к анализируемым данным

Для вычисления характеристик псевдоаттрактора, таких как его фрактальная размерность, показатели Ляпунова, необходимо иметь множество точек, определенных в фазовом пространстве размерности m и принадлежащих аттрактору. Число точек M в расчетах конечно, но обязано быть достаточно большим. Согласно формуле, предложенной в [18]

$$M \geq M_{min} = 10^{2+0.4D}$$

где D – размерность аттрактора. Исходя из этого выражения, нами было выбрано такое количество данных, которое вполне соответствовало бы малоразмерной динамике движения, с размерностью $n \leq 4$. В соответствии с этими рассуждениями было принято решение остановиться на длине временных рядов равной 3363 измерениям. Эти измерения представляют собой динамику движения котировок акций за период с января 1990 года по май 2003 года.

Параметры вложения

Разумный выбор временного лага является важной задачей, так как всегда приходится иметь дело с зашумленными временными рядами конечной длины. В зависимости от типа исследуемой структуры приходится выбирать подходящий временной лаг. Например, единичная задержка для дискретных данных даст вектора, сконцентрированные вокруг диагонали в пространстве вложения и, таким образом, вся структура, перпендикулярная к диагонали, будет практически невидима. [13]

Для описания данной проблемы в работе [19] были введены понятия *избыточности* (*redundancy*) и *неуместности* (*irrelevance*). Небольшие временные задержки порождают сильно коррелированные векторы, большие, в свою очередь, приводят к векторам, чьи компоненты практически не коррелируют между собой, и данные, таким образом, будут произвольно распределены в пространстве вложения.

Утверждается [20-22], что оптимальная размерность вложения может быть определена (если это вообще возможно) только для определенной задачи, для которой мы и рассматриваем вложение. Тем не менее, некоторые численные инструменты, подсказывающие нам, как сделать выбор, все же существуют. Наиболее известными из таких инструментов являются метод *ложных ближайших соседей* (*False Nearest Neighbors*) и метод *взаимной информации* (*Mutual Information*). Еще раз отметим, что выяснение разумной размерности вложения вне конкретной задачи не является возможным.

Определение оптимальной временной задержки τ

Для малых интервалов времени Δt значения измерений S_k и $S_{k+\tau}$ будут близкими, поэтому задача правильного выбора временной задержки τ является одной из наиболее важных. Необходимо выбрать τ так, чтобы корреляция между S_k и $S_{k+\tau}$ стремилась к нулю. Традиционный способ выбора временной задержки состоит в вычислении автокорреляционной функции временного ряда:

$$A(\tau) = \frac{1}{m} \sum_{k=0}^{m-1} (s_k - \bar{s})(s_{k+\tau} - \bar{s}); m = M - \tau$$

Задержка τ выбирается равной времени первого пересечения нуля автокорреляционной функции. Этот метод достаточно прост, но необходимо помнить, что автокорреляционная функция не учитывает нелинейные корреляции в данных.

Другой способ [23] требует вычисления спектра мощности временного ряда, т.е. быстрого преобразования Фурье автокорреляционной функции. Если в спектре мощности присутствуют кратные пики, то задержка τ выбирается равной четверти периода самой высокой из доминирующих частот.

Третий способ [24] основан на вычислении функции *задержанной взаимной информации* (*time delayed mutual information*). Функция взаимной информации S определяется следующим образом:

$$S = - \sum_{ij} p_{ij}(\tau) \ln \frac{p_{ij}(\tau)}{p_i p_j}$$

где для некоторого разбиения вещественных данных p_i – вероятность найти значение временного ряда в i -ом интервале разбиения, а $P_{ij}^{(\tau)}$ – совместная вероятность того, что наблюдаемая величина попадет в i -ый интервал, а время этого наблюдения далее попадет в j -ый интервал. Теоретически, это выражение не зависит от размера разбиения и, таким образом, может быть просто сосчитано. Предполагается [24], что если задержанная взаимная информация имеет минимум в некоторый момент времени τ , то это значение времени может рассматриваться в качестве оптимального значения временной задержки τ .

Определение оптимальной размерности вложения

Метод определения минимальной достаточной размерности вложения m был предложен М. Кеннелом [25]. Он получил название *метод ложного ближайшего соседа*. Идея метода достаточно проста. Предположим, что минимальная размерность вложения данного временного ряда $\{S_i\}$ равна m_0 . Это означает, что восстановленный в m_0 -мерном пространстве псевдоаттрактор является взаимно-однозначным образом аттрактора в оригинальном фазовом пространстве. Особо отметим тот факт, что у восстановленного аттрактора сохранены топологические свойства оригинала.

Таким образом, соседи некоторой выбранной точки отображены на соседей в восстановленном фазовом пространстве. Учитывая предположение о гладкости динамического процесса, окрестности точек также должны отобразиться в окрестности точек на псевдоаттракторе. Кроме того, форма и диаметр окрестностей изменяются в соответствии с показателями Ляпунова.

Но, предположим, что ряд погружается в m -мерное пространство с $m < m_0$. Вследствие такой процедуры топологическая структура аттрактора изменилась. Некоторые точки спроецировались в окрестности других точек, хотя не будут принадлежать им в пространстве более высокой размерности. Эти точки называются *ложными соседями*. Если дополнительно наложить некоторую динамику, то эти ложные соседи обычно отображаются не в образ окрестности, а куда-нибудь еще, так, что средний «диаметр» окрестности становится совсем большим.

Идея программной реализации метода следующая. Сначала восстанавливается фазовое пространство с помощью метода Грасбергера и Прокаччи. Векторы в этом пространстве определяются согласно формуле (3). Для каждой точки S_i временного ряда, ищется его ближайший сосед S_j в m -мерном пространстве. Вычисляется расстояние между ними

$$|\bar{s}_i - \bar{s}_j|$$

Далее, итерируем обе точки и вычисляем

$$R_i = \frac{|\bar{s}_{i+1} - \bar{s}_{j+1}|}{|\bar{s}_i - \bar{s}_j|}$$

Если R_i превышает данный эвристический порог R_t , то считается, что точка имеет ложного ближайшего соседа [25]. Критерием того, что размерность вложения достаточна, является равенство нулю или, по крайней мере, достаточная близость к нему доли точек, для которых ($R_i > R_t$).

Введение концепции ложного ближайшего соседа и других специальных инструментов стало своего рода реакцией на тот факт, что большая часть результатов оценки нелинейных характеристик, подобных корреляционной размерности, была ошибочной в связи с некорректной процедурой оценки. Например, слабые корреляции и случайные колебания часто ошибочно принимались за нелинейную динамику. Реализация FNN, однако, позволяет избежать ошибочного оценивания размерности посредством правильного определения минимального временного разделения «правильных» соседей.

Анализ литературы, посвященной FNN-анализу, показал, что в настоящее время не существует определенного критерия, который смог бы объяснить, какое именно значение отношения числа ложных соседей ко всем соседям является «достаточно малым», чтобы можно было принять гипотезу о достаточном значении размерности вложения. Часто в реальных данных наблюдается малые осцилляции около нулевого значения этого отношения, при этом число ложных соседей очень мало. Напрашивается предположение, согласно которому гипотезу о достаточности величины размерности вложения можно принимать при определенном уровне ее значимости. Данный подход к разрешению возникшей проблемы при анализе реальных временных рядов кажется достаточно релевантным, но требует более детального анализа с точки зрения математической статистики, который выходит за рамки данной работы. Тем не менее, далее в работе будет сделана попытка ввести определенный уровень значимости гипотезы, исходя только из эмпирических наблюдений.

Также следует заметить, что, по-видимому, значение размерности вложения, при которой число ложных соседей становится равным нулю, а, следовательно, и отношение числа ложных соседей ко всем становится равным нулю, определяет верхнюю границу значения искомой размерности псевдоаттрактора, что также далее будет обсуждаться на примере реальных данных.

Корреляционная размерность, корреляционная сумма

Один из тестов, применяемых на практике для проверки наличия хаотической составляющей в изучаемом ряде финансовых данных, состоит в изучении свойств корреляционной суммы $C_m(r)$ и поведения корреляционной размерности $D_m(r)$ в зависимости от размерности вложения m . Корреляционная сумма $C_m(r)$ - это вероятность того, что пара точек на восстановленном аттракторе в m -мерном лаговом пространстве находится в пределах расстояния r друг друга. Если график функции $\ln C_m(r)$ относительно $\ln r$ имеет отчетливо выраженный линейный участок, это указывает на существование самоподобной геометрии аттрактора [10,21], что, в свою очередь, говорит о хаотичности финансового инструмента. Написано достаточно много статей, посвященных корректной оценке корреляционной размерности и типичным ошибкам при ее вычислении. Среди этих работ можно выделить [20,21,31,32].

В случае стилизованных данных, когда нам известна размерность n фазового пространства динамической системы и все n координат каждой точки на аттракторе, корреляционную размерность D_2 аттрактора находят следующим образом [14, 29]: рассматривается корреляционный интеграл $C(r)$, показывающий относительное число пар точек аттрактора, находящихся на расстоянии, не большем r :

$$C(r) = \frac{2}{m(m-1)} \sum_{i=0}^{m-2} \sum_{j=i+1}^{m-1} \theta(r - p(x_i, x_j))$$

где θ - функция Хевисайда, p - расстояние в n -мерном фазовом пространстве, m - число точек x_i на аттракторе. На достаточно малых масштабах длин и когда размерность вложения m не меньше топологической размерности аттрактора, выполняется зависимость [30]:

$$C(r) = r^{D_2}$$

где D_2 - искомая корреляционная размерность аттрактора. Прологарифмируем уравнение (9):

$$\ln C(r) = D_2 \ln r$$

Выражение (10) дает искомую оценку размерности аттрактора как тангенс угла наклона прямой, аппроксимирующей график корреляционного интеграла $C(r)$ в двойном логарифмическом масштабе.

Справедливость степенного закона (9) ограничена значениями r , малыми по сравнению с размером аттрактора. При очень малых значениях r число пар точек (x_i, x_j) , расстояние между которыми не превышает r , становится малым из-за конечности числа точек на аттракторе, и статистика становится бедной. При r , сравнимых с размером аттрактора величина $C(r)$ быстро достигает насыщения $C(r) \approx 1$. В случае реальных данных степенной закон выполняется только в ограниченном диапазоне значений r , который и может быть использован для определения размерности аттрактора.

При увеличении размерности вложения корреляционная размерность увеличивается. Однако для хаотических данных корреляционная размерность будет, в конечном счете, насыщаться при ее истинном значении. Для случайных данных такого насыщения не наблюдается, и

корреляционная размерность растет монотонно. Чтобы объяснить такое поведение корреляционной размерности, заметим, что в рамках метода Грасбергера и Прокаччи [14], корреляционная размерность для реальных хаотических систем является хорошим приближением для фрактальной размерности странного аттрактора. Фрактал, вложенный в пространство с более высокой размерностью, сохраняет свою истинную размерность из-за нелинейных корреляций между точками. Поэтому для детерминированного хаотического временного ряда корреляционная размерность сходится к ее истинному значению. В то же самое время для случайной последовательности, как уже отмечалось выше, точки восстановленного псевдоаттрактора образуют бесструктурное облако в лаговом пространстве вне зависимости от его размерности [15].

Отметим, что в случае экспериментальных данных мы не знаем априори размерность фазового пространства динамической системы, имея на руках только временной ряд, порожденный ею. Для получения правильной оценки необходимо проверить корреляционную размерность на сходимость при возрастающем значении размерности вложения. Как правило, хаотические детерминированные системы маломерны. Эффект добавления шума приводит к увеличению корреляционной размерности. Обратим внимание, что корреляционная размерность большая, чем пять, подразумевает, по существу, случайные данные [15].

Реальные финансовые временные ряды обычно зашумлены, поэтому важным вопросом в исследовании временных рядов является анализ влияния шума на получаемые результаты. В частности, в работе Х. Канца и Т. Шрайбера [33] приведен анализ влияния аддитивного белого шума на получаемое значение корреляционной размерности. Рассмотрим сигнал, который может быть точно восстановлен в n -мерном фазовом пространстве. Если мы восстановим такой сигнал в $(n+1)$ -мерном пространстве, то корреляционная размерность $D_2(\varepsilon, n+1)$ будет связана с размерностью $D_2(\varepsilon, n)$ по формуле [33]:

$$D_2(\varepsilon, n+1) = D_2(\varepsilon, n) + \frac{\varepsilon \exp(-(\frac{\varepsilon}{2\sigma})^2)}{\sigma \sqrt{\pi} I_{err}(\frac{\varepsilon}{2\sigma})}$$

где n - размерность вложения, $\varepsilon = r / r_{max}$ - нормированное расстояние, r_{max} - максимальное расстояние между двумя точками на восстановленном аттракторе, σ - уровень шума, равный стандартному отклонению, а

$$I_{err} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x \exp(-\frac{t^2}{2}) dt$$

- интеграл ошибок.

Важное следствие этого аналитического результата состоит в том, что даже при $\varepsilon = 3\sigma$ корреляционная размерность заметно увеличивается с ростом размерности вложения, а именно, на 0.2 при переходе от n к $n+1$ [33].

R/S – анализ и показатель Херста

Вычисление показателя Херста производится с помощью метода *нормированного размаха* (*Rescaled Range (R/S) Analysis*). Основной целью вычисления показателя Херста является определение долговременной корреляции во временном ряде, и выявление его фрактальной структуры. Кроме того, отметим, что с помощью R/S-анализа можно обнаружить существующие в динамике системы *статистические циклы* [10]. Методика проведения R/S анализа описана ниже. Пусть Y_t – цена акции в момент времени t . Тогда временной ряд *логарифмических доходностей* строится следующим образом:

$$\xi_t = \ln Y_t - \ln Y_{t-1}$$

Построим также *кумулятивную сумму*:

$$x_\Gamma(\Delta t) = \sum_{t_0}^{\Gamma} \xi_t$$

$$t_0 \leq \tau \leq t_0 + \Delta t - 1$$

Затем найдем *размах* (*range*) $R(\Delta t)$:

$$R(\Delta t) = \max_\Gamma(X_\Gamma(\Delta t)) - \min_\Gamma(X_\Gamma(\Delta t))$$

Посчитаем стандартное отклонение $S(\Delta t)$ величины ξ_t на временном интервале длины Δt

$$S(\Delta t) = \left(\frac{1}{\Delta t(\Delta t - 1)} \sum_{t=t_0}^{t_0 + \Delta t - 1} (\xi(t) - \bar{\xi})^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Нормируем размах $R(\Delta t)$ на среднеквадратичное отклонение $S(\Delta t)$, и усредним это значение по n интервалам разбиения:

$$\left\{ \frac{R}{S} \right\}(\Delta t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{R(\Delta t_i)}{S(\Delta t_i)}$$

Если оказалось, что

$$\left\{ \frac{R}{S} \right\}_n = (\Delta t)^H$$

, где H – константа, то такие временные ряды называется процессами Хёрста [52].

Для того, чтобы установить связь показателя Херста с коэффициентом корреляции, необходимо принять гипотезу о том, что финансовые временные ряды представляют собой *обобщенное броуновское движение*.

Обобщенное броуновское движение

Среди множества случайных процессов выделим узкий класс, который характеризуется определенными свойствами. Пусть $\{B_H(t)\}_{t>0}$ - случайный процесс, который нормально распределен с параметром $(0, 1, H)$, а именно [52]:

$$P = (\Delta B_H \& lt; x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}(\Delta t)^H} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{y^2}{2(\Delta t)^{2H}}} dy$$

где

$$x \in R; 0 \leq H \leq 1$$

, а

$$\Delta B_H(t) = B_H(t + \Delta t) - B_H(t)$$

$$\Delta t \& gt; 0$$

Такой случайный процесс называется обобщенным броуновским движением. Из выражения (15), в частности, следуют следующие свойства обобщенного броуновского движения:

1. Математическое ожидание приращений броуновского движения равно 0, а именно:

$$E(\Delta B_H(t)) = 0$$

1. Дисперсия приращений броуновского движения зависит от времени таким образом:

$$D(\Delta B_H(t)) = (\Delta t)^{2H}$$

Отметим, что классическое броуновское движение получается из обобщенного броуновского движения как частный случай при $H=0.5$. Рассмотрим приращения обобщенного броуновского движения (ОБД) вперед и назад и используем свойство 1:

$$B_H^+(t) = B_H(t) - B_H(0) = B_H(t)$$

$$B_H^-(t) = B_H(0) - B_H(-t) = B_H(-t)$$

Посчитаем коэффициент корреляции приращений ОБД:

$$C(t) = \frac{\text{cov}(B_H^+, B_H^-)}{\sqrt{D(B_H^+)}\sqrt{D(B_H^-)}} = \frac{E[(B_H^+ - E(B_H^+))(B_H^- - E(B_H^-))]}{\sqrt{D(B_H^+)}\sqrt{D(B_H^-)}}$$

Учитывая, что

$$B_H^+ = B_H^- = 0$$

(свойство 1), приходим к следующему выражению:

$$C(t) = E[B_H^+ \cdot B_H^-] = 2^{2H-1} - 1$$

Прежде всего, заметим, что при $H=0.5$ корреляция прошлых и будущих приращений равна 0 при всех t , как и должно быть для случайного процесса с независимыми приращениями. Однако при $H \neq 0.5$ получается $C(t) \neq 0$ независимо от t . Это свойство обобщенного броуновского движения заключается в персистентности (сохранении тенденции) и антиперсистентности [52]. Отметим, также, что в современной теории ценообразования показатель Херста рассматривается иногда как мера волатильности котировок.

В соответствии со значением показателя Херста, все временные ряды могут быть классифицированы на три типа [10]:

- антиперсистентные временные ряды ($0 < H < 0.5$)
- случайные временные ряды ($H = 0.5$)
- персистентные временные ряды ($0.5 < H < 1$).

Под случайными временными рядами здесь будем понимать такие ряды, которые имеют независимые приращения. Функция плотности вероятности распределения может быть нормальной (гауссовской), однако это не обязательное условие. R/S – анализ может классифицировать произвольный ряд, безотносительно к тому, какой вид функции распределения ему соответствует.

Антиперсистентные временные ряды соответствуют типу систем, часто называемых «возврат к среднему» - если система демонстрирует рост в предыдущем интервале времени, то вероятнее всего, что в следующем периоде начнется спад. И наоборот, если шло снижение, то вероятен близкий подъем. Устойчивость такого антиперсистентного поведения зависит от того, насколько близко значение H к нулю. Антиперсистентный ряд более изменчив, чем ряд случайный, так как состоит из частых смен фаз подъема и спада.

Персистентные или трендустойчивые ряды характеризуются следующим типом поведения: если ряд возрастает (убывает) в предыдущий период, то, вероятно, что он будет сохранять эту тенденцию какое-то время в будущем, то есть система в среднем сохраняет свой тренд. Сила персистентности увеличивается при приближении показателя Херста к единице, т.е. стопроцентной корреляции.

Перемешивание данных и разрушение корреляций

Обоснованность оценки показателя Херста можно проверить путем случайного перемешивания данных, в результате чего порядок наблюдений станет полностью отличен от исходного ряда. Ввиду того, что наблюдения остаются теми же, их частотное распределение остается неизменным. Далее вычислим показатель Херста этих перемешанных данных. Если ряд действительно являлся независимым, то показатель Херста не изменится, поскольку отсутствовал эффект долговременной памяти, то есть корреляции между наблюдениями. В этом случае перемешивание данных не оказывает влияние на качественные характеристики данных.

Если имел место эффект долговременной памяти, то порядок данных весьма важен. Перемешивая данные, мы тем самым разрушаем структуру системы. Оценка показателя Херста при этом должен измениться и приблизиться к 0.5, даже если частотное распределение наблюдений не изменилось.

Результаты исследования и их анализ

Результаты разделены на разделы. Каждое из вычислений будет проверено на стилизованных данных, для которых известен теоретический результат. В заключение каждого исследования будет сделан вывод о правильности реализации описанных выше алгоритмов в программных продуктах.

Показатель Херста

Задача нахождения показателя Херста является очень важной с точки зрения получения информации о характере движения котировок акций, в частности, в работе [10] предлагается использовать показатель Херста в качестве меры риска той или иной акции или иной ценной бумаги. Проблема на сегодняшний день заключается в том, что большинство существующих программных продуктов дают сильно смещенную оценку показателя Херста. Исследования значений показателя Херста проводились в трех различных программных продуктах – CDA, Fraclan, Dataplore. На вход CDA и Dataplore необходимо подавать исходный ряд. Для подсчета показателя Херста в программе Fraclan на вход необходимо подавать логарифмические доходности. Отметим также, что CDA и Fraclan определяют показатель Херста из наклона линейной аппроксимации кривой R/S в двойном логарифмическом масштабе, тогда как в Dataplore используется степенная аппроксимация отношения R/S. В качестве стилизованных данных были взяты оригинальные и перемешанные фрактальные броуновские движения с показателями Херста $H=0.3$, $H=0.5$ и $H=0.8$. Результаты исследования модельных данных приведены в таблице 1.

Табл. 1 Значения показателя Херста для стилизованных данных

Моделирующие значения H		Fraclan		CDA		Dataplore	
		H	ΔH	H	ΔH	H	ΔH
0.3	неперемешанные	0.27	0.08	0.35	-	0.42	-
	перемешанные	0.58	0.11	-0.0007	-	0.13	-
0.5	неперемешанные	0.51	0.10	0.49	-	0.41	-
	перемешанные	0.51	0.11	0.0008	-	0.09	-

0.8	неперемешанные	0.76	0.21	0.77	-	0.74	-
	перемешанные	0.40	0.13	0.0017	-	0.05	-

Анализ стилизованных данных показывает, что наилучшую оценку показателя Херста дает программа Fraclan. Среди ее достоинств следует также отметить быстроту выполнения оценки и вычисление ее погрешности. Использование CDA и Dataplore для оценки показателя Херста показало, что обе программы более или менее точно определяют значение искомой величины, но для перемешанных данных выдают совершенно необъяснимые результаты, что позволяет предположить некорректность используемых в них алгоритмов. Ниже, в таблице 2, приведены оценки показателя Херста для исследуемых в работе временных рядов. В качестве таковых были взяты котировки акций 30-ти компаний, входящих в индекс Доу-Джонс.

Табл. 2 Значения показателя Херста для исследуемых временных рядов

Компания	H	ΔH	Компания	H	ΔH
AA	0.37	0.13	IP	0.33	0.13
AXP	0.50	0.11	JNJ	0.46	0.13
BA	0.44	0.16	JPM	0.47	0.11
C	0.42	0.18	KO	0.54	0.15
CAT	0.43	0.10	MCD	0.49	0.19
DD	0.51	0.17	MMM	0.39	0.13
DIS	0.41	0.18	MO	0.48	0.11
EK	0.54	0.21	MRK	0.53	0.15
GE	0.49	0.15	MSFT	0.50	0.11
GM	0.44	0.14	PG	0.42	0.12
HD	0.50	0.14	SBC	0.48	0.16
HON	0.47	0.15	T	0.53	0.13
HPQ	0.48	0.21	UTX	0.49	0.15
IBM	0.64	0.10	WMT	0.51	0.14
INTC	0.47	0.19	XOM	0.56	0.12

Отметим, что оценка показателя Херста для большинства котировок лежит в окрестности $H=0.5$. Если полученные результаты релевантны, это позволяет предположить, что сложившаяся на данный момент ситуация на рынке ценных бумаг США достаточно неблагоприятна для краткосрочного прогнозирования. Исключениями являются акции компаний IBM и IP, значения показателя Херста которых даже в пределах погрешности отличаются от $H=0.5$. Ряд IBM, если быть точным, демонстрирует персистентный характер движения, а IP, наоборот, антиперсистентный. Отметим также, что показатель Херста может быть удобным показателем меры рискованности активов – чем ближе показатель Херста к значению 0.5, тем с меньшей уверенностью можно утверждать что-либо о характере будущего движения.

Вычисление корреляционной размерности

Выше было отмечено, что определение корреляционной размерности временного ряда финансовых данных является одним из основных тестов, применяемых на практике для выяснения наличия в них хаотической составляющей. Оценка корреляционной размерности должна проводиться для детрендированных логарифмов данных. [15] Среди всех программных продуктов, используемых в ходе исследований, процедуру оценки корреляционной размерности выполняют лишь две программы: CDA и Fraclan. Протестируем их на

стилизованных данных отображения Хенона и системы Лоренца.

Значения временной задержки в программе Fraclan выбираются согласно критерию локального минимума *взаимной информации*, в то время как CDA не предоставляет возможности анализировать функцию взаимной информации и выбирать оптимальное значение τ (выбор ограничен значениями τ , которые являются степенью 2). Кроме того, время, затраченное на оценку корреляционной размерности с помощью программы CDA на порядок больше, чем с помощью Fraclan. Ниже, на рисунках Г-Ж, приведены графики зависимости корреляционной размерности от размерности вложения. Оценка корреляционной размерности описанных выше стилизованных данных обеими программами приведена в таблице 3.

Занесем результаты оценки в таблицу и проанализируем их. На стилизованных данных обе программы дают весьма точную оценку корреляционной размерности. Но следует отметить, что для приведенных стилизованных примеров оптимальное значение задержки для восстановления фазового портрета равно 1.

Табл. 3. Оценка корреляционной размерности D_2 и размерности вложения m для стилизованных данных

Название системы	Fraclan			CDA		
	D_2	ΔD_2	m	D_2	ΔD_2	m
Хенон	1.197	-	2	1.312	0.197	-
Лоренц	2.067	-	4	2.070	0.020	-

В случае реальных данных подобное значение оптимальной задержки встречается очень редко, следовательно, необходимо с осторожностью подходить к результатам, полученным с помощью CDA. Забегая вперед, скажем, что оценка корреляционной размерности с помощью CDA довольно часто давала необъяснимые результаты. Особенно яркими примерами несостоятельности алгоритма определения корреляционной размерности, используемого в CDA, служат результаты, полученные для временных рядов C и GM (рис. 1). В обоих случаях ошибка оценки размерности при определенной размерности вложения без видимых причин вырастает до значения корреляционной размерности. Кроме этого, в первом случае результат оценки корреляционной размерности при размерности вложения, равной 1, вообще лишен физического смысла, так как корреляционная размерность не может быть больше топологической размерности пространства вложения [45].

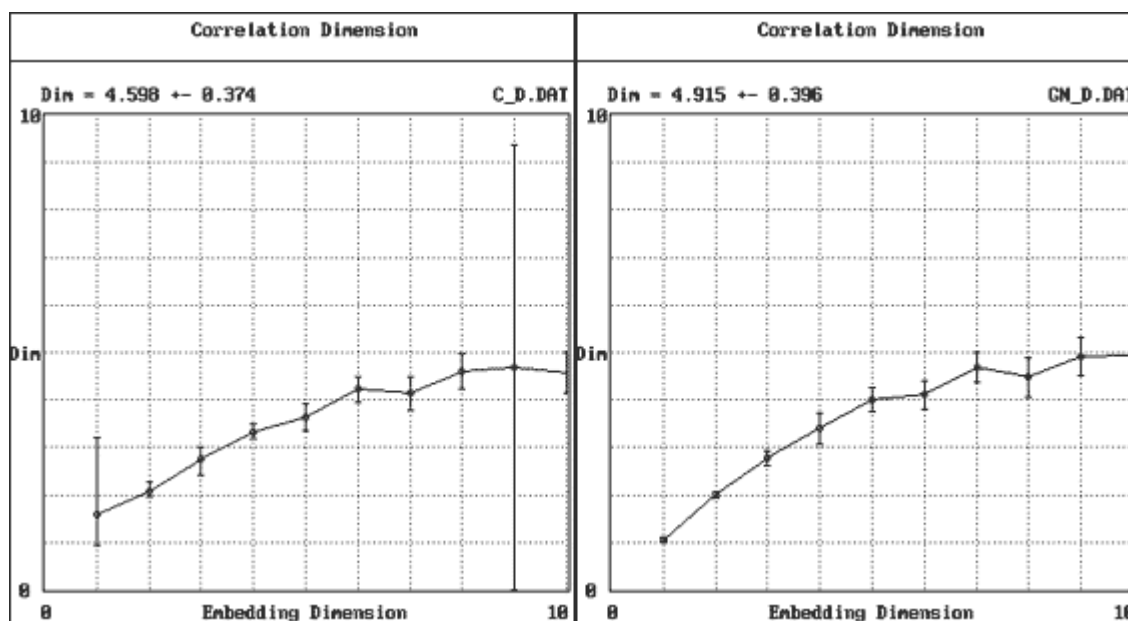


Рис. 1. Зависимость корреляционной размерности от размерности вложения для временного ряда С (левая панель) и для временного ряда GM (правая панель)

Перед тем, как перейти к анализу временных рядов котировок исследуемых акций, поясним некоторые детали алгоритма определения релевантной корреляционной размерности, реализованного в программе Fraclan. Программа последовательно увеличивает размерность вложения и запоминает полученные значения корреляционной размерности. Как только вычисленная оценка корреляционной размерности насыщается и не превосходит максимального значения при увеличении размерности вложения в течение двух итераций, все расчеты останавливаются. Максимальное значение оценки корреляционной размерности при этом считается наиболее правильной оценкой корреляционной размерности, а размерность вложения, при которой было достигнуто это максимальное значение, считается оптимальной размерностью вложения. Это достаточно сильное утверждение, конечно, нуждается в доказательстве, но, тем не менее, мы примем его без дополнительного обсуждения.

На рис. 3 приведен один из графиков зависимости корреляционной размерности от размерности вложения для временных рядов котировок исследуемых акций. По оси абсцисс отложена размерность вложения, а по оси ординат – значение корреляционной размерности.

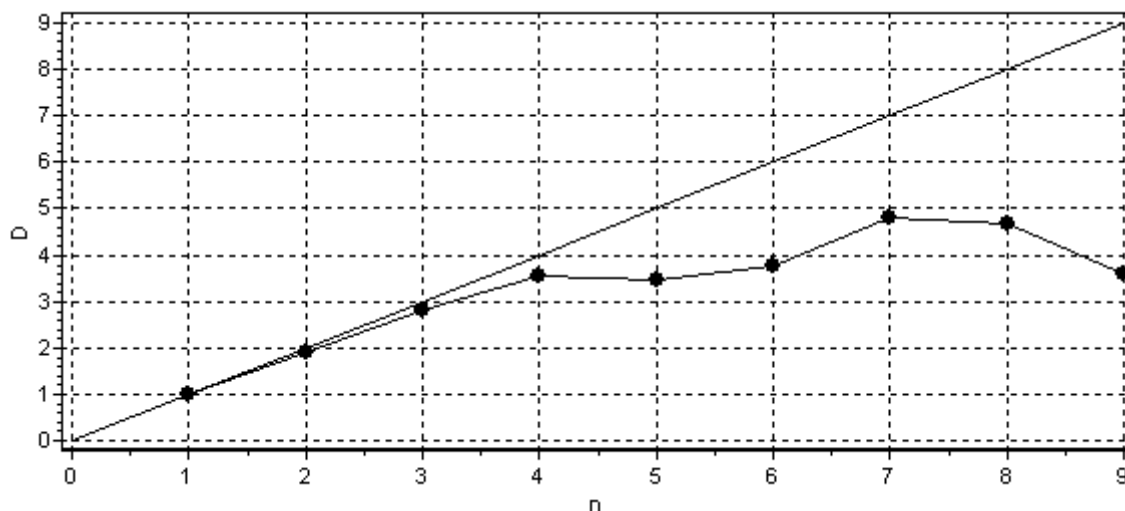


Рис. 3. Зависимость корреляционной размерности от размерности вложения для ряда AXP

После объединения результатов исследования в таблицу 4, проанализируем ее.

Табл. 4. Оценка значений корреляционной размерности D2 и размерности вложения m, полученные в программе Fraclan

Компания	D ₂	m	Компания	D ₂	m
AA	3.799	4	IP	5.377	6
AXP	4.788	7	JNJ	4.641	6
BA	4.165	5	JPM	3.951	4
C	4.234	8	KO	2.977	3
CAT	3.389	8	MCD	4.895	7
DD	5.136	7	MMM	5.919	10
DIS	3.665	4	MO	4.105	5
EK	3.876	4	MRK	4.421	8
GE	4.591	5	MSFT	3.583	4

GM	5.342	6	PG	3.743	4
HD	3.494	4	SBC	4.440	5
HON	4.455	5	T	2.947	3
HPQ	3.437	4	UTX	3.532	5
IBM	3.992	6	WMT	3.501	5
INTC	3.807	5	XOM	4.389	5

Согласно таблице 4, почти половина исследуемых рядов имеют значение корреляционной размерности меньше 4, и, следовательно, можно предположить, что их динамика представлена маломерными хаотическими детерминированными системами. Это, в свою очередь, дает основание применять к исследуемым временным рядам другие инструменты теории нелинейной динамики и хаоса.

FNN-анализ

Выполнение FNN-анализа может быть проведено с помощью программных продуктов CDA, Dataplore и Tisean. Основным недостатком пакета Tisean является отсутствие графического интерфейса, что, тем не менее, не умаляет правильности заложенных в них алгоритмов, подробно описанных в [13]. Подробно останавливаться на описании результатов обработки стилизованных данных всеми программными продуктами не будем, отметим, тем не менее, что, как и в предыдущих разделах, CDA и Dataplore на выходе часто дают труднообъяснимые результаты, поэтому от использования этих программ было решено отказаться. Подробное описание метода приведено выше, в теоретической части работы. Применим FNN-анализ к стилизованным данным систем Хенона и Лоренца, кроме того, исследуем зависимость результата анализа при добавлении шума к ряду, порожденному отображением Хенона (рис. 3-5). Здесь по оси абсцисс отложены значения размерности вложения, а по оси ординат – значения отношения числа ложных соседей ко всем. Теоретически, для ряда, порожденного отображением Хенона значение этого отношения (FNN-статистики) должно обнуляться при достижении размерности вложения $m=2$, для ряда, порожденного системой Лоренца – при $m=4$. Кроме того, при добавлении шума должно наблюдаться увеличение значения размерности вложения, при которой FNN-статистика становится равной нулю. Убедимся, что результаты, полученные с помощью программы Tisean, вполне соответствуют теоретическим (рис. 3-5).



Рис. 3. Зависимость отношения числа ложных соседей ко всем соседям от размерности вложения для ряда HENON

Несмотря на тот факт, что результат для стилизованных данных практически идеален, необходимо, тем не менее, с осторожностью подходить к анализу реальных данных. Как уже было отмечено, в настоящее время не существует явного критерия, который смог бы

объяснить, какое значение отношения числа ложных соседей ко всем соседям является «достаточно малым», чтобы можно было принять гипотезу о достаточном значении размерности вложения. Напомним, в теоретической части работы было сделано предположение, что гипотезу о достаточности величины размерности вложения можно принимать при определенном уровне ее значимости. Ее эмпирическое построение будет предложено после анализа полученных значений. Также напомним гипотезу о том, что значение размерности вложения, при которой число ложных соседей становится равным нулю, а, следовательно, и отношение числа ложных соседей ко всем становится равным нулю, определяет верхнюю границу значения искомой размерности псевдоаттрактора, что также далее будет обсуждаться после анализа полученных результатов.

На рисунке 6 приведен один из графиков зависимости FNN-статистики от размерности вложения для исследуемых в работе временных рядов. По оси абсцисс отложены значения размерности вложения, по оси ординат – значения отношения числа ложных соседей к их общему количеству.



Рис. 6. Зависимость отношения числа ложных соседей ко всем соседям от размерности вложения для ряда AA

Полученные с помощью FNN-анализа оценки значения размерности вложения m_{FNN} занесем в таблицу (табл. 5). Напомним, что согласно сделанному ранее предположению, значение размерности вложения, при которой число ложных соседей становится равным нулю, а, следовательно, и отношение числа ложных соседей ко всем становится равным нулю, определяет верхнюю границу значения искомой размерности псевдоаттрактора.

Также в таблице приведем значения оценки размерности вложения $m_{корр}$, полученные в результате оценки корреляционной размерности. Как и ожидалось, для некоторых котировок (например, MO, T, PG) наблюдаются очень долгие осцилляции около нулевого значения. Для того чтобы сформулировать критерий, по которому оценку размерности можно считать релевантной при ненулевом значении FNN-статистики, поступим следующим образом. Сначала выделим временные ряды, для которых оценки размерности вложения m_{FNN} и $m_{корр}$ отличаются больше, чем на единицу (эти временные ряды выделены в таблице серым цветом).

Затем для выделенных рядов будем по рисунку будем подбирать такое значение размерности вложения m_{FNN} , чтобы оно было максимально близким к значению $m_{корр}$, полученному в результате оценки корреляционной размерности. Если при этом окажется, что значения FNN-статистик большинства исследуемых временных рядов, соответствующие выбранным m_{FNN} , будут меньше некоторого достаточно малого числа, то это число, предположительно, может быть выбрано в качестве *уровня значимости FNN-статистики*. Это даст нам удобный критерий для определения достаточной размерности вложения.

Табл. 5. Сводная таблица результатов анализа размерности вложения и значения FNN-статистики для mFNN

Компания	$m_{\text{копп}}$	m_{FNN}	m_{FNN}	Значение FNN-статистики
AA	4	6	5	0.005
AXP	7	8	8	0.000
BA	5	15	6	0.002
C	8	8	8	0.000
CAT	8	9	8	0.003
DD	7	7	7	0.000
DIS	4	8	5	0.003
EK	4	11	6	0.004
GE	5	8	5	0.002
GM	6	11	6	0.003
HD	4	10	5	0.005
HON	5	7	5	0.002
HPQ	4	9	5	0.006
IBM	6	8	6	0.002
INTC	5	7	5	0.002
IP	6	6	6	0.000
JNJ	6	7	7	0.000
JPM	4	7	5	0.004
KO	3	10	5	0.004
MCD	7	8	8	0.000
MMM	10	9	9	0.000
MO	5	19	6	0.002
MRK	8	6	6	0.000
MSFT	4	6	5	0.001
PG	4	12	5	0.004
SBC	5	6	6	0.000
T	3	20	6	0.004
OUTX	5	9	5	0.005
WMT	5	7	6	0.003
XOM	5	7	5	0.003

Согласно результатам, приведенным в таблице, значения FNN-статистик всех исследуемых временных рядов, кроме HPQ, получились меньше 0.005. Это означает, что если предложенная гипотеза о существовании уровня значимости FNN – статистики правильна, то для исследуемых данных уровень значимости FNN-статистики $p=0.005$. Отсюда получаем простой механизм определения размерности вложения из FNN-анализа для реальных данных. После получения графика зависимости FNN-статистики от размерности вложения для исследуемого временного ряда, проведем горизонтальную прямую, которая соответствует значению уровню значимости (в нашем случае, $p=0.005$). Эта прямая пересечет график значений FNN-статистики в некоторой точке m_0 . Если m_0 совпало с целым значением размерности вложения, то построенное таким образом значение размерности вложения совпадает с ее истинным значением $m=m_0$. В противном случае размерность вложения следует считать равной ближайшему целому значению размерности m , большей, чем m_0 .

Полученные в результате исследования ложных соседей подтвердили результаты оценки

размерности вложения с помощью корреляционной размерности, что еще раз подтверждает наличие маломерной хаотической составляющей в анализируемых временных рядах и является сильным обоснованием применения методов нелинейной динамики и теории хаоса к исследованию финансовых инструментов.

Список литературы

1. Фишер С., Доринбуш Р., Шмалензи Р. Экономика (Economics). // М.: Дело ЛТД, 1995
2. Бокс Дж., Дженкинс Г., Анализ временных рядов: Прогноз и управление. // Вып. 1,2. — М.: Мир, 1974.
3. Боровиков В., Боровиков И. Statistica — статистический анализ и обработка данных в среде Windows. // М.: Филинь, 1998.
4. Боровиков В., Ивченко Г., Прогнозирование в системе Statistica в среде Windows. // М.: Финансы и статистика, 2000
5. Боровиков В., Программа Statistica для студентов и инженеров, 2-е издание. // М.: Компьютер-пресс, 2001
6. Statsoft, Справочная система пакета Statistica 5.5a // Release 1999
7. Pankratz, A. Forecasting with unvaried Box-Jenkins models: Concept and cases. // N.Y.: Wiley, 1983
8. Кремер, Н. Теория вероятностей и математическая статистика. // М.: Юнити, 2000
9. Малинецкий Г., Потапов А., Современные проблемы нелинейной динамики // М.: Эдиториал УРСС, 2000
10. Петерс, Э. Хаос и порядок на рынках капитала. // М: Мир, 2000
11. Mantegna, R.N., Stanley H.E. An Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance. // Cambridge University Press, Cambridge, 2000
12. Mandelbrot, B., The Pareto-Levy Law and the Distribution of Income // International Economic Review 1, 1960
13. Rainer Hegger, Holger Kantz, Tomas Schreiber. Practical implementation of nonlinear time series methods // Chaos 9, 413-435 (1999)
14. Grassberger P., Procaccia I. Characterization of strange attractors. // Phys. Rev. Lett. 50, 346-349 (1983).
15. Куперин Ю.А., Дмитриева Л.А., Сорока И.В., Методы теории сложных систем в экономике и финансах. // URL, <http://is2001.icafe.ru/thesis/7.html>
16. F. Takens, Detecting Strange Attractors in Turbulence // Lecture Notes in Math. Vol. 898, Springer, New York (1981).
17. T. Sauer, J. Yorke, M. Casdagli, Embedology // J. Stat. Phys. 65, 579 (1991).
18. Nerenberg M.A., Essex C. Correlation dimension and systematic geometric effects. // Phys. Rev. A 42, 7605 (1986).
19. M. Casdagli, S. Eubank, J. D. Farmer, and J. Gibson, State space reconstruction in the presence of noise // Physica D 51, 52 (1991).
20. Grassberger I, T. Schreiber, and C. Schaffrath, Non-linear time sequence analysis // Int. J. Bifurcation and Chaos 1, 521 (1991)
21. H. Kantz and T. Schreiber, Nonlinear Time Series Analysis. // Cambridge University Press, Cambridge (1997).
22. T. Schreiber, Interdisciplinary application of nonlinear time series methods // Phys. Reports 308, 1 (1999).
23. Elbert T., Ray W.J., Kowalik Z.J., Skinner J.E., Graf K.E., Birbaumer N. Chaos and physiology: Deterministic chaos in excitable cell assemblies // Phys. Rev. 74, (1994).
24. A. M. Fraser and H. L. Swinney, Independent coordinates for strange attractors from mutual information // Phys. Rev. A 33, 1134 (1986).
25. M. B. Kennel, R. Brown, and H. D. I. Abarbanel, Determining embedding dimension for phase-space

- reconstruction using a geometrical construction // *Phys. Rev. A* 45, 3403 (1992).
26. Lorenz E.N., Deterministic nonperiodic flow.// *J.Atmos. Sci.* 20, 130-141 (1963).
 27. Ruelle D., Takens F. On the nature of turbulence. // *Comm. Math. Phys.* 20, 167 (1971)
 28. Marco Airoidi ., Correlation Structure and Fat Tails in Finance: a New Mechanism //arXiv:cond-mat/0107593 v1 30 Jul 2001
 29. Grassberger P., Procaccia I. Measuring the strangeness of strange attractors. // *Physica D* 9. (1983).
 30. T. Sauer and J. Yorke, How many delay coordinates do you need?, // *Int. J. Bifurcation and Chaos* 3, 737 (1993).
 31. J. Theiler, *J. Opt.* // *Soc. Amer. A* 7, 1055 (1990).
 32. H. Kantz and T. Schreiber, Dimension estimates and physiological data, // *Chaos* 5, 143 (1995);
 33. Schreiber T., Kantz H. Noise in chaotic data: Diagnosis and treatment. // *Chaos* 5, 133-142 (1995)
 34. J.-P. Eckmann and D. Ruelle, Ergodic theory of chaos and strange attractors, // *Rev. Mod. Phys.* 57, 617 (1985)
 35. R. Stoop and J. Parisi, Calculation of Lyapunov exponents avoiding spurious elements, // *Physica D* 50, 89 (1991)
 36. H. Kantz, A robust method to estimate the maximal Lyapunov exponent of a time series, // *Phys. Lett. A* 185, 77 (1994)
 37. M. T. Rosenstein, J. J. Collins, C. J. De Luca, A practical method for calculating largest Lyapunov exponents from small data sets // *Physica D* 65, 117 (1993)
 38. M. Sano and Y. Sawada, Measurement of the Lyapunov spectrum from a chaotic time series // *Phys. Rev. Lett.* 55, 1082 (1985)
 39. J.-P. Eckmann, S. Oliffson Kamphorst, D. Ruelle, and S. Ciliberto, Lyapunov exponents from a time series, // *Phys. Rev. A* 34, 4971 (1986);
 40. Benettin G., Galgani L., Strelcyn J.M. Kolmogorov entropy and numerical experiments. // *Phys. Rev.* 14, 2338-2345 (1976).
 41. J. Kaplan and J. Yorke Chaotic behavior of multidimensional difference equations I // Springer, New York (1987)
 42. Wolf A., Swift J.B., Swinney H.L., Vastano J.A. Determining Lyapunov exponents from a time series. // *Physica D* 16, 285-317 (1985).
 43. Henon M. Two dimensional mapping with a strange attractor. // *Comm. Math. Phys.* 50, 69-77 (1976).
 44. Lorenz E.N. Deterministic nonperiodic flow. // *J.Atmos. Sci.* 20, 130-141 (1963).
 45. Божокин С., Паршин Д. Фракталы и мультифракталы // НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Ижевск (2001).
 46. E. J. Kostelich and T. Schreiber, Noise reduction in chaotic time series data: A survey of common methods // *Phys. Rev. E* 48, 1752 (1993).
 47. M. E. Davies, Noise reduction schemes for chaotic time series, // *Physica D* 79, 174 (1994).
 48. T. Schreiber, Extremely Simple Nonlinear Noise Reduction Method, // *Phys. Rev. E* 47, 2401 (1993)
 49. Fractals Group // URL: <http://fractales.inria.fr/>
 50. Федер Е., Фракталы, // М: Мир, 1991
 51. Шустер Г., Детерминированный хаос // М: «Мир», 1988

НЕЙРОПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И ПОСТРОЕНИЕ ПРИБЫЛЬНОЙ ТОРГОВОЙ СТРАТЕГИИ

Куперин Юрий Александрович

Прогнозирование стилизованных данных

Оптимизация прогнозов проводилась на модельных данных, представляющих собой хаотические временные ряды. Эти данные позволяли контролировать как уровень шума, так и горизонты прогноза. В качестве генераторов модельных сигналов использовались:

- логистическое уравнение
- система уравнений Лоренца
- генератор псевдослучайного сигнала.

На основе численных экспериментов были сделаны следующие выводы:

Незашумленные хаотические временные ряды обладают следующими свойствами: нейросети обучаются с очень хорошей статистикой и демонстрируют хорошие способности к обобщению данных и прогнозу. Добавление шума в прогнозируемые данные ухудшает и качество обучения нейросети, и качество прогноза. При работе с зашумленными реальными рыночными данными либо следует сглаживать их перед подачей на нейросеть (чтобы убрать ненужное “дрожание” ряда, осложняющее нейросети обучение), либо выбирать вместо доходностей того или иного финансового инструмента другие входы нейросети, например, индикаторы теханализа.

Прогнозирование цен High и Low акций

Был выполнен незапаздывающий прогноз цен High и Low американских и российских акций. Это значит, что нейронная сеть не считала лучшим предсказанием на следующий день сегодняшнее значение ряда, а давала прогноз. Практика показывает, что цены High и Low прогнозируются лучше, чем Open или Close. Это интуитивно понятно, так как High и Low – некие усредненные характеристики рынка за определенный период, тогда как Open и Close – сугубо локальные. *Данные результаты могут служить основой для построения автоматизированной интеллектуальной торговой стратегии. Однако, в настоящей работе, построение торговой стратегии было основано на применении нейропрогноза технического индикатора MAD.* Визуально результаты нейропрогнозов цен High и Low, полученные с помощью ИНС *Jump connection*, представлены на рис. 1. На графиках изображено предсказанное на один отсчет вперед значения ряда в сравнении с реальным значением на Production Set, в режиме «палегноза».

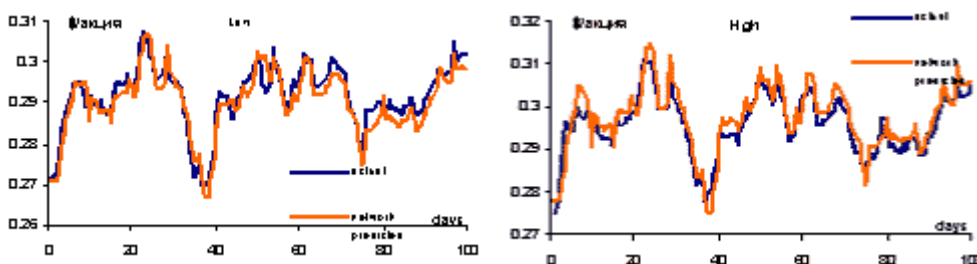


Рис. 1. Нейропрогноз цен High и Low и сравнение их с реальными значениями

Прогнозирование технического индикатора MAD

Известно, что некоторые технические индикаторы при их применении автоматически сглаживают ряд. Таким свойством обладает, например, скользящее среднее (МА). Однако, при прогнозировании сглаженных с помощью МА значений всегда наблюдается эффект запаздывания прогноза. Этого можно избежать, работая с разностью двух скользящих средних.

$$MAD(N,M) = MA(N) - MA(M)$$

$$MA_M(X,t) = \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{M-1} (X(t-i))$$

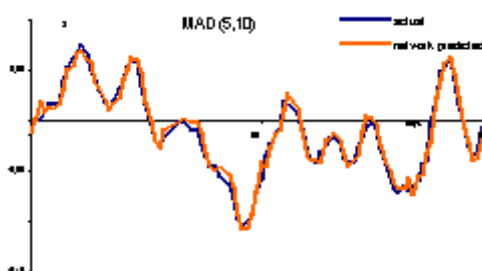


Рис. 2. MAD(5,10)

Этот индикатор очень похож на MACD и может использоваться для выявления долгосрочной и промежуточной тенденций.

Был выполнен нейропрогноз данного индикатора. Результаты нейропрогноза и их сравнение с реальными значениями индикатора представлены на рисунке справа.

Статистические результаты прогноза приведены в таблице ниже:

Статистические результаты прогноза

Output:	training set	test set	production set
R squared:	0,9689	0,967	0,9767
r squared:	0,9692	0,9672	0,9768
Mean squared error:	0	0	0
Mean absolute error:	0,005	0,005	0,005
Min. absolute error:	0	0	0

Max. absolute error:	0,073	0,037	0,019
Correlation coefficient r:	0,9845	0,9835	0,9884
Percent within 5%:	16,569	14,815	19,192
Percent within 5% to 10%:	13,536	16,204	18,182
Percent within 10% to 20%:	22,054	22,685	24,242
Percent within 20% to 30%:	10,035	12,5	8,081
Percent over 30%:	37,806	33,796	30,303

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y - \gamma)^2}{\sum(y - y_{cp})^2}$$

Здесь R^2 – коэффициент многофакторной детерминации (y – реальное значение, γ – предсказанное значение y , y_{cp} – среднее значений y). Остальные статистические характеристики в таблице общеприняты и поэтому здесь не описываются.

На основе полученного прогноза индикатора была создана торговая система. Принципы ее построения описаны ниже.

Построение торговой стратегии

Стратегия на индикаторе MACD строится на соотношении MACD и его скользящего среднего. Если одна величина превышает другую, это может служить сигналом на покупку или продажу.

На индикаторе MAD(5,10) можно построить торговую стратегию по такому же принципу.

Сигнал ENTER LONG (покупка): $MAD(5, 10) > 2 \cdot MA_M(MAD(5, 10))$.

Сигнал CLOSE LONG (продажа): $MAD(5, 10) > 2 \cdot MA_M(MAD(5, 10))$.

В качестве финансового инструмента были выбраны акции компании Coca-Cola Co (Coke) (КО), поскольку в ценах акций этой компании за последние 8-10 лет отсутствует явный тренд. Временной ряд без трендов был выбран специально, поскольку следящие за трендом торговые системы конструировать значительно проще.

Использовались дневные данные с 2.01.1996 по 22.06.2005 (2386 раб. дней). Торговля велась всем имеющимся на счете капиталом. Комиссия считалась равной 0.01USD за акцию, как за вход, так и за выход из рынка. На первых 1073 рабочих днях обучалась нейронная сеть по алгоритму, описанному в предыдущем разделе для прогнозирования MAD(5,10). На оставшихся 1313 рабочих днях (5.25 года) тестировалась торговая стратегия как с применением нейропрогноза, так и без него. Полученные в обоих случаях результаты статистически сравнивались. Результаты этого сравнения приведены в таблице ниже. Годовой банковский процент рассчитывался для того, чтобы сравнить доходность построенной стратегии с доходностью примитивной стратегии – положить деньги на счет в банке с реинвестированием раз в год. Прибыль рассчитывалась, как отношение прироста стоимости портфеля к начальной его стоимости, умноженное на 100 %. В верхней строке таблицы приведена прибыль, рассчитанная таким образом, за все время тестирования стратегии, т.е. за 5.25 года.

Результаты тестирования стратегии за T=5,25 года.

Стратегия	с нейропрогнозом	без него
-----------	------------------	----------

Прибыль, %	2656.2	1662.3
Банковский процент, %/год	88.1	72.7
Число прибыльных сделок	55	53
Число убыточных сделок	7	5
Средняя прибыль, USD	498.0	318.3
Средний убыток, USD	-118.1	-49.2

Видим, что применение нейросетевого прогноза позволяет извлечь дополнительные 15.4 %/год прибыли по сравнению со стратегией без нейропрогноза. Кроме того, на всем временном интервале, даже на падающем рынке, стратегия приносит стабильный доход.

Благодарности

Автор благодарен фонду некоммерческих программ «Династия» за финансовую поддержку.

Список литературы

1. Ежов А.А., Шумский С.А., Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе, Москва, 1998.
2. Filippo Castiglione, Forecasting price increments using an artificial Neural Network, arXiv:cond-mat/0006486 v1 30 Jun 2000.
3. L.A. Dmitrieva, Yu.A. Kuperin, I.V. Soroka, "Neural Network Prediction of Short-Term Dynamics of Futures on Deutsche Mark, Libor and S&P500",
4. M.A. Sloot et al. (Eds.): ICCS 2002, LNCS 2331, pp. 1201-1208, 2002, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002.
5. V.V. Kondratenko and Yu.A. Kuperin, "Using Recurrent Neural Networks To Forecasting of Forex", arXiv: cond-mat/0304469.
6. A.A. Zherebtsov, Yu.A. Kuperin, "An Application of Self-Organized Kohonen Maps to Clusterization of DJIA and NASDAQ100 Indices: Artificial Intelligence in Financial Management", Vestnik of St.Petersburg State University, 2005, Ser.8, issue 1, Management, 183-202.

ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

СОВЕТЫ НАЧИНАЮЩЕМУ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

Макарова Надежда Анатольевна

Любой начинающий преподаватель обязательно сталкивается с проблемой выбора методики обучения. Непросто, оказывается, организовать занятие таким образом, чтобы и время летело незаметно, и ученики (да и сам педагог) по окончании урока были довольны результатом. В данной статье даются некоторые советы начинающему преподавателю иностранного (английского) языка.

Известная китайская пословица гласит: «Что я слышал – забыл, что я видел – помню, что я сделал – знаю». Применительно к процессу обучения смысл данной пословицы может быть выражен следующим образом: новая информация усваивается лучше и запоминается быстрее, если в процессе её изучения учащиеся вовлечены в какую-либо деятельность. Ни о какой зубрёжке не может быть и речи. Конечно, начинающему преподавателю сложно ставить эксперименты, однако это не может служить поводом для отказа с его стороны применять на практике другие (отличные от традиционной) технологии проведения занятий и, в частности, **интерактивные уроки** с привлечением интернет (подразумевают общение учащихся с их зарубежными сверстниками, online-уроки и т.д.), а также уже ставшие популярными **проектные методики**, рассматривающие язык в первую очередь как средство для достижения учащимися заданных целей (Перед учениками ставится конкретная задача, например, в процессе дискуссии выявить проблемы, которые существуют у молодёжи заданной англоязычной страны, и по окончании обсуждения представить тезисный план решения данных проблем в виде схемы или таблицы. При этом важно помнить, что подобные проекты могут иметь не только различное содержание, но и длительность – от 1 – 2 занятий до нескольких недель и даже месяцев. Все зависит от поставленной задачи и степени самостоятельности учащихся в процессе её выполнения). Помимо этого, на практике широко применяется **информационно-поисковый метод**, суть которого заключается в том, что по заданию учителя учащиеся сначала ищут требуемую информацию (обращаясь при этом ко многим источникам), а затем (на следующем занятии) представляют её на проверку преподавателю в определённой (предусмотренной заданием) форме: в виде доклада, реферата, списка ответов на вопросы, мини-сценки и т.д. Дополнительно можно использовать такие **нетрадиционные виды уроков** как экскурсии в музеи, библиотеки и просто прогулки по городу. Однако необходимо учитывать, что такие занятия требуют длительной подготовки и, конечно же, согласования с администрацией образовательного учреждения. Также интересными для детей и их родителей были бы мини-спектакли, проводимые на английском языке и посвящённые каким-либо праздникам или событиям из жизни школы.

Главное для любого преподавателя – пробудить у своих подопечных интерес к изучаемому предмету (в данном случае – к английскому языку) и тем самым добиться от них активной работы на уроках. Учитывая тот факт, что наличие у учащихся интереса к учебному предмету способствует лучшему и более быстрому усвоению нового материала, хотелось бы порекомендовать всем преподавателям стремиться к тому, чтобы каждый проводимый ими урок был по-своему уникален (иными словами, имел изюминку). Собственно, для этого и нужны эксперименты.

Однако, какими бы интересными и занимательными ни были уроки, в какие бы игры ни играли ученики, и какие бы методики ни применялись, хорошего результата не добиться без

систематического контроля процесса обучения. Главное, чтобы этот контроль был не только постоянным, но также и методически обоснованным (Не стоит злоупотреблять им, превращая каждое занятие в тест проверки знаний). Тем не менее каждый ученик должен знать, что преподаватель помнит о всех выполненных им заданиях, оценивает их и на основе этого определяет общий уровень его знаний по предмету.

К любому занятию начинающий преподаватель должен тщательно готовиться: писать подробный план-конспект (рассчитанный поминутно), искать дополнительный материал (имеется в виду информация, которой нет в учебнике и методических рекомендациях к нему) и т.д. При этом хороший преподаватель всегда должен иметь в запасе 1 – 2 задания для наиболее способных учеников, а также на случай, если какое-либо из заданий будет выполнено раньше срока.

Важный совет: не стоит давать учащимся домашнее задание в самом конце урока и тем более после звонка! К этому времени дети устают, становятся невнимательными и, как следствие, плохо воспринимают информацию. В результате на следующем занятии выясняется, что кто-то что-то не понял и не так выполнил, а кто-то не сделал, потому что не успел записать.

И наконец, поведение педагога на занятиях. На уроках необходимо соблюдать дисциплину! Вместе с тем у учеников не должно быть страха перед учителем (Как известно, с помощью только жёстких методов авторитет не заработать). Начинающему преподавателю также не стоит бросаться в другую крайность, когда он не контролирует ситуацию, и дети становятся «хозяевами» положения. Какими бы дружественными ни были отношения педагога с учениками, между ними всегда должна быть некоторая дистанция (учащиеся должны чувствовать, что с ними взрослый, опытный человек). В любом случае главное – это терпение, настойчивость, последовательность действий, любовь к предмету и ученикам, и у Вас всё получится!

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК В СИСТЕМЕ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ

Макарова Надежда Анатольевна

Изучение английского языка в рамках школьной программы – задача не из лёгких. Однако помимо получения весьма необходимого для современной жизни знания его изучение способствует общему развитию учащихся, формированию личности и расширению кругозора каждого отдельно взятого ученика.

Учитывая то, что английский язык имеет обширные связи с другими учебными предметами, одной из основных задач, которую регулярно должен ставить перед собой любой преподаватель иностранного языка, является задача, заключающаяся в том, как расширить и укрепить данные связи.

Английский язык и Литература

Наиболее очевидная связь. Намного интересней читать произведения зарубежных классиков на языке оригинала, нежели готовый перевод этих произведений. Поэтому хорошо, когда учащиеся самостоятельно пробуют переводить стихотворения, короткие рассказы, а также отдельные главы более крупных произведений, поскольку это способствует развитию языковых способностей, мышления, стимулированию рече-мыслительной деятельности и, кроме того – пробуждению у части учеников творческого начала. Кто знает, может быть именно ваш ребёнок в будущем станет великим поэтом или писателем?

Английский язык и История

На уроках английского помимо изучения языка учащиеся знакомятся с историей, культурой и традициями Великобритании, США и других англоязычных стран. Основная задача преподавателя в этом случае сводится к тому, чтобы представить данную информацию учащимся в интересной и максимально доступной форме.

Английский язык и География

В настоящее время знакомство с особенностями географического положения, климата, а также крупнейшими городами Англии, США и Австралии является неотъемлемой частью любой школьной программы, посвящённой изучению английского языка. Поэтому во многих кабинетах иностранного языка можно увидеть политическую или физическую карту мира, Британских островов, Северной Америки и т.д. (тем не менее необходимо стремиться к тому, чтобы подобные карты висели в любом кабинете иностранного языка любой школы, гимназии, лицея и других образовательных учреждений). Тем более что хорошее знание английского необходимо нам в первую очередь для того, чтобы мы могли свободно путешествовать по городам и странам большинства регионов мира, не испытывая при этом серьёзных трудностей в общении с иностранцами.

Английский язык и Биология

Как известно, на уроках иностранного языка школьники в обязательном порядке учат анатомические особенности строения тела человека, названия различных растений и животных и т.п. Безусловно, изучать подобные вещи лучше всего на уроках иностранного (английского) языка, проводимых в кабинете биологии.

Английский язык и Математика

Между данными учебными предметами можно провести ряд параллелей: подобно математике построение сложных синтаксических конструкций развивает у детей логику, изучение грамматики, для объяснения которой используются формулы – абстрактное мышление. Помимо этого, изучая числительные, дети тренируются в простейших арифметических действиях. Основная задача преподавателя в этом случае – сделать изучение грамматики, синтаксиса и числительных (а также др. частей речи) интересным и увлекательным занятием.

Английский язык и Изобразительное искусство

На уроках английского дети рисуют, лепят и мастерят различные фигурки, поделки и композиции, так или иначе связанные с культурой, традициями и обычаями англоязычных стран. Творческая работа способствует развитию воображения и духовному росту ребят. Поэтому основной принцип, которым должен руководствоваться любой преподаватель иностранного языка при проведении уроков (особенно это касается занятий с учащимися младших классов и дошкольниками), может быть сформулирован следующим образом: «Как можно больше творчества!»

Английский язык и Физкультура

Известно, что использование на уроках подвижных игр повышает интерес школьников к рассматриваемому учебному предмету. Учитывая это, было бы весьма полезным совместить пару занятий английского и физкультуры (в том числе на открытом воздухе).

Английский язык и Информатика

Связь между данными учебными предметами проявляется прежде всего в том, что многие термины и обозначения из области информатики приводятся исключительно на английском языке (поэтому основная задача преподавателя иностранного языка в этом случае – объяснить учащимся особенности грамотного перевода технических терминов, обозначений и их описаний). Кроме того, необходимо учитывать, что английский – это ещё и язык сети Интернет, без которой трудно себе представить современную жизнь.

Помимо прочего, важно, чтобы изучаемый язык имел связь с будущей профессией. Принимая во внимание то, что в настоящее время в старших классах школы реализуется программа профильного образования (суть которой заключается в том, что в зависимости от профессиональной ориентации учащихся основное внимание уделяется 1 – 2 учебным предметам), многие преподаватели иностранного языка стараются перейти к практической направленности занятий, проводимых с учащимися 10 – 11 классов (Это даёт основания полагать, что со временем структура межпредметных связей будет строиться с учётом выбранного профиля).

Вывод: изучая английский, учащиеся познают мир, расширяют кругозор и тем самым развивают и совершенствуют себя. Преподавание языка многогранно, подразумевает обширные межпредметные связи и ни в коем случае не ограничивается рамками «штудирования» лексики, грамматики и правил чтения.

КАК ВЫБРАТЬ НАИЛУЧШИЙ СПОСОБ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК

Макарова Надежда Анатольевна

Динамика развития межкультурных связей показывает, что роль и значение английского языка в мире постоянно увеличиваются. Стабильно растёт и число англоговорящих граждан (в том числе и в России). Каждый школьник, студент и специалист понимает, что с помощью английского языка гораздо легче сделать карьеру и стать успешным (для любой фирмы хороший сотрудник со знанием английского не заменим).

Как и где можно выучить английский язык взрослому человеку, давно окончившему школу и напрочь забывшему школьную программу?

Есть несколько вариантов:

1. Посещать специализированные курсы английского языка. Тем более школ и разнообразных студий в нашей стране предостаточно. В этом случае Вам предложат курс, который подходит именно Вам (Вы сможете согласовать расписание занятий и продолжительность курса). Занятия, как правило, проходят в небольших группах, и у Вас будет прекрасная возможность «попрактиковать» ваш английский с одноклассниками. Однако есть одно НО. В большинстве таких школ применяется коммуникативный метод. Это означает, что занятия будут проходить только на английском языке. Поэтому каждому начинающему обучение по такой методике «с нуля» приходится довольно тяжело, особенно в плане изучения грамматики и синтаксиса.
2. Индивидуальные занятия с репетитором – один из наиболее эффективных способов изучения английского языка. Преподаватель будет учитывать ваши способности и исходный уровень знаний, а также предложит Вам специально разработанную программу. Но: заниматься с репетитором – достаточно дорогое удовольствие. И, конечно же, нет полной уверенности в том, что Вам попадётся квалифицированный специалист. В противном случае пользы от ваших занятий будет немного. И как результат – потерянные время и деньги, а знания языка как не было, так и нет.
3. Аудиосамоучители английского языка. Если у Вас нет свободного времени, чтобы посещать курсы или заниматься с репетитором, то этот способ изучения – для Вас. Вы можете повторять слова и выражения вслед за диктором, слушать небольшие отрывки и выполнять различные задания. Но, опять же, такой способ хорош для изучения лексики и сложен для понимания грамматики. Читать и писать Вы не сможете, а разговаривать научитесь лишь на бытовом уровне.
4. Видеокурсы английского языка. Их суть заключается в том, что Вы просто смотрите по телевизору картинки или сюжеты и запоминаете новые лексические единицы и грамматические формулы, а также правила построения предложений. С помощью данного курса Вы научитесь понимать англоязычную речь, однако читать, писать и, главное, говорить на английском у Вас не получится.
5. Ещё один популярный способ – использование книжных самоучителей. Конечно же, с помощью грамотно составленного учебника Вы научитесь читать и писать на английском, однако с помощью самоучителя Вы не сможете разговаривать и тем более понимать беглую аутентичную устную речь.

б. Английский язык online – современный метод изучения языка (Особенно много таких курсов появилось в сети Интернет за последние несколько лет). Основное преимущество данного способа – его доступность (это один из самых доступных способов изучения английского языка), Но: нет абсолютной уверенности в том, что с помощью предлагаемого курса Вы достигнете желаемого результата (качество предлагаемых услуг может оказаться невысоким).

Итак, существует большое количество способов изучения английского языка. Какому отдать предпочтение – выбор за Вами!

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Макарова Надежда Анатольевна

Мы всё чаще сталкиваемся с тем, что знание иностранного языка (а самый востребованный в настоящее время язык – это английский) становится жизненной необходимостью. И тому множество причин. Перечислим некоторые из них:

1. Когда на свет появляется малыш, он буквально «с пелёнок» начинает стремиться к общению. На данном этапе обмен информацией с окружающим миром осуществляется посредством эмоций и прикосновений. Ребёнок воспринимает и познаёт окружающий его мир, при этом наряду с развитием рече-мыслительных способностей формируется и так называемая «картина мира» (кругозор). В процессе взросления происходит её расширение и изменение. Этому способствует ряд факторов, таких как место рождения, условия воспитания и т.д. Несомненно, огромное влияние на развитие кругозора оказывает национальный фактор (культура родной страны, того общества, где живёт и воспитывается человек, родной язык и т.п.). Знание же помимо родного ещё и нескольких иностранных языков позволяет расширить кругозор (способствуя тем самым более гармоничному развитию личности). У человека складывается целостный образ мира, и, как следствие, он начинает ощущать себя полноценным (и полноправным) членом (представителем, гражданином) мирового сообщества.
2. Иностранный язык способствует развитию мыслительных процессов (Это объясняется тем, что при изучении иностранного языка человеку приходится оперировать другой системой знаков). Синтаксические конструкции и грамматика развивают способности к анализу и синтезу, запоминание лексических единиц – оперативную память, изучение не только отдельных слов, но и контекста в целом – языковую догадку, сообразительность и внимание. Язык учит ребёнка мыслить логически, а также выбирать правильный вариант из множества значений каждого отдельно взятого слова.
3. Раннее обучение иностранному языку развивает рече-двигательный аппарат ребёнка и, кроме того, является хорошей профилактикой дефектов речи.
4. Иностранный язык способствует развитию коммуникативных способностей, а также устранению психологических барьеров. Ребёнок посредством изучения языка (через диалоги, сценки, монологические высказывания) становится более общительным (а значит, и более успешным в будущем). Известный американский учёный Д. Карнеги указывал на то, что продвижение по карьерной лестнице на 80 % зависит от умения общаться с другими людьми и только на 20 % от других факторов (образование, опыт работы, аналитический склад ума и т.д.).
5. Как показывает практика, в наиболее выгодном положении на рынке труда находятся те специалисты, которые помимо знаний по основной профессии владеют ещё одним или несколькими иностранными языками: чтобы быть в курсе последних разработок из мира науки и техники, необходимо уметь читать статьи на языке оригинала. Кроме того, работать с зарубежными партнёрами намного проще, если владеешь информацией «из первых уст».

В заключение хотелось бы отметить, что изучение иностранного (английского) языка – это не просто дань моде или чья-либо прихоть, а процесс получения знания, которое жизненно необходимо в современном обществе, развивающемся в направлении ко всеобщей глобализации.

Учите английский, и весь мир будет у Вас как на ладони!

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ СТОРОНЫ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ

Макарова Надежда Анатольевна

Как известно, количество новой информации, которая ежегодно появляется в мире, постоянно увеличивается. Это накладывает на современного человека определённые обязательства: чтобы стать успешным, ему сначала необходимо получить хорошее образование, а затем регулярно (практически непрерывно) повышать уровень своих знаний. Учитывая сказанное, можно сделать вывод о том, что в скором времени человеку придётся учиться в течение всей жизни (с большой долей вероятности, и после выхода на пенсию).

За последние 10 – 15 лет в России появилось огромное количество учебных заведений. Даже в самых отдалённых уголках нашей страны появились вузы: институты, академии, университеты. Они предлагают поступающим получить наиболее востребованные и популярные специальности (юрист, экономист и т.д.). При этом обучение ведётся с применением новых технологий и, в частности, дистанционного обучения. В этом случае лекции преподавателя сначала записываются на электронные носители информации, а затем воспроизводятся на занятии. Дистанционное обучение также может идти в режиме online: контрольные и курсовые отсылаются через интернет; кроме того, вполне возможна ситуация, когда по окончании обучения оказывается, что преподаватель и студент не знакомы друг с другом лично. Преимущества (положительные стороны) обучения по такой методике очевидны: во-первых, Вы экономите время и деньги на проезд к месту учёбы и обратно и, во-вторых, во время сдачи очередной сессии (в случае, если учебное заведение расположено в другом населённом пункте) избегаете дополнительных расходов на питание и проживание. Однако у такого обучения есть и отрицательные стороны: в данном случае преподаватель не может быть полностью уверен в том, что знания студента соответствуют выставленным ему оценкам (и, соответственно, в том, что кто-нибудь не пишет и не сдаёт за него зачёты, экзамены, контрольные и курсовые работы).

Помимо увеличения общего количества учебных заведений, в России за последние 10 – 15 лет также заметно выросло число платных негосударственных вузов. Однако ввиду того что конкурс в них практически отсутствует, поступить туда может любой желающий. В результате значительно снизилось качество обучения. Довольно часто оказывается, что выпускники с дипломами юриста или экономиста на практике ничего не знают и не могут считаться квалифицированными специалистами. Ошибки юриста ещё можно простить, а если такой диплом получил, к примеру, врач? Резюме: «недоученный» специалист опасен для общества. Однако в погоне за прибылью многие вузы не считают с этим. Естественно, качество обучения в таких «вузах» оставляет желать лучшего: в них готовы переводить с курса на курс студента с «нулевыми» знаниями, лишь бы были вовремя заплачены деньги за обучение. Такая ситуация привела к тому, что высшее образование в нашей стране практически обесценилось. Так что, даже имея диплом о высшем образовании, можно работать дворником или уборщицей. На рынке труда «котируются» в основном выпускники нескольких лучших и старейших вузов: Государственного университета – Высшей школы экономики, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГУ им. М.В. Ломоносова, Финансовой академии при Правительстве РФ и некоторых других. Кроме того, в последнее время работодатели стали уделять больше внимания наличию у претендентов на ту или иную должность опыта работы. Но где же получить этот опыт молодому специалисту, только что окончившему вуз, и которого никто не берёт на работу, опять-таки, из-за отсутствия опыта?! Замкнутый круг какой-то.

Что касается системы школьного образования, то здесь положение дел обстоит несколько лучше. Это объясняется, во-первых, тем, что большинство учебных заведений в данном сегменте образования являются государственными (а это, в свою очередь, подразумевает наличие соответствующих стандартов качества, при этом имеется в виду единый образовательный минимум, который можно найти в любой школьной программе) и, во-вторых, тем, что в России в настоящее время идёт активный процесс модернизации школьного образования: внедряется система профильного образования, старшеклассники уже несколько лет сдают в качестве выпускных и одновременно вступительных единые государственные экзамены (ЕГЭ) и др. К положительным сторонам ЕГЭ можно отнести, во-первых, то, что теперь абитуриенты из сельской местности имеют равные с выпускниками городских школ возможности для поступления в лучшие российские вузы, и, во-вторых, то, что в настоящее время при подсчёте суммы баллов за экзамен отсутствует субъективный фактор (тем самым различным протеже больше не завышается уровень знаний). Тем не менее у ЕГЭ есть и отрицательные стороны. Во-первых, обычному школьнику достаточно трудно сдать ЕГЭ на «отлично», поскольку уровень школьной подготовки заметно ниже того образовательного уровня, который необходим для успешной сдачи ЕГЭ. В результате, для того чтобы выпускники хорошо сдали единый экзамен, их родителям дополнительно приходится нанимать репетиторов. Во-вторых, у большого количества преподавателей есть вопросы, касающиеся самой сути ЕГЭ. Многие из них выступают против того, чтобы гуманитарные предметы такие как история, литература, иностранный язык и др. оценивались путём написания тестов (при этом они приводят достаточно убедительные доводы). По их мнению, это те предметы, которые учат человека мыслить, рассуждать и, кроме того, требуют от него умения логично и правильно излагать свою точку зрения.

Вывод: у современного российского образования есть как положительные, так и отрицательные стороны. Однако намного более важным в данной ситуации является то, что российская система образования не стоит на месте, а постоянно развивается и модернизируется (пусть даже пока путём «проб и ошибок»). И это, конечно же, не может не радовать (внушая оптимизм и веру в лучшее будущее для нас и наших детей).

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ МОЛОДЕЖИ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Прутченков Александр Сергеевич
Терюкова Тамара Семёновна

Экономическое воспитание – особый тип воспитания. Оно необходимо для существования личности в определенной сфере человеческой жизнедеятельности – экономике – и присуще всем участникам современных рыночных отношений, вне зависимости от их возраста, пола, места жительства и пр. Другое дело, насколько оно продуктивно и полезно.

В новых для России экономических условиях молодой человек подвержен влиянию многих факторов (политических, экономических, социальных, экологических, нравственных), воздействие которых в прежние годы он испытывал в гораздо меньшей степени, нежели сейчас. С одной стороны, современный человек вынужден противостоять экономической системе, а с другой стороны – быть активно в нее включенным. И то, и другое означает решение проблемы выживания в данной системе.

Следовательно, адаптационные механизмы современного человека должны быть развиты в достаточной степени. При этом нехватка экономических знаний, равно как и сформированных норм поведения, делает проблему экономического воспитания подрастающего поколения очень актуальной. Следствиями нерешенности данной проблемы для молодого человека являются:

- неумение ставить, а затем достигать целей своей деятельности;
- непонимание (или ограниченное, искаженное понимание) экономической действительности, отсутствие интереса к экономическим событиям и явлениям;
- игнорирование экономических законов;
- несформированность личных экономических интересов;
- непонимание истинных потребностей человека для успешной жизни и подмена их мнимыми потребностями;
- отсутствие привычки поступать в соответствии с моральными и нравственными нормами и ценностями, их замена на искаженные образцы «успеха», культивируемые СМИ;
- слабая поведенческая активность, пассивность в сложных экономических ситуациях;
- отсутствие самостоятельного мышления, неверие в собственные силы, слабые креативные навыки;
- непонимание роли экономической свободы как основы самореализации человека в профессиональной деятельности и повседневной жизни.

А для всей экономической системы «неправильные» поступки и решения ее субъектов приводят к излишнему расходованию средств, неэффективному использованию ресурсов, что, в свою очередь, приводит к нарушению координационных механизмов хозяйствования, разрывам экономических и социальных связей, макроэкономической нестабильности, социальной напряженности и т.д.

Экономическое воспитание, с одной стороны, представляет собой самостоятельный тип воспитания, необходимый для жизни в определенных условиях, а с другой, выступает как

компонент, часть общего воспитания человека.

Воспитанный человек характеризуется своим поведением, поступками, отношением к другим людям, что определяется уровнем его культуры. В экономике аналогично. С той только разницей, что поведение людей во многом зависит от экономических законов и подчиняется им. Поэтому незнание законов приводит к неразумным с точки зрения экономики «поступкам». То, как люди «ведут себя» в экономике, какие «экономические поступки» совершают, выражается в конечных результатах их деятельности, достижениях (или недостижении) поставленных ими целей.

Поэтому главное, что отличает экономически воспитанного человека – он совершает грамотные и рациональные «экономические поступки», результат которых (покупка, продажа, уплата налогов, инвестирование и т.п.) оказывает положительное воздействие на отношения с другими участниками рыночного взаимодействия и экономические процессы в целом. Казалось бы, руководствуясь экономическими принципами, он осуществляет выбор в собственных интересах, однако при этом побуждает других людей следовать разумно, иначе они не достигнут своих прагматичных целей и не получают выгоду.

Что же характеризует экономически воспитанного человека, так необходимого современной экономике? Экономически воспитанный человек

- владеет основами экономической теории, что помогает ему освоить экономические принципы (как «руководство к действию») и научиться принимать грамотные решения;
- имеет четкое представление об окружающем мире, экономических реалиях современности, регулярно пополняет знания, чтобы быть «в курсе событий»;
- выстраивает стратегию своего экономического поведения, руководствуясь экономическими принципами. Осваивает основные модели поведения и экономические роли;
- обладает современным экономическим мышлением;
- совершенствует навыки самостоятельного принятия решений;
- владеет экономическим языком, ясно излагает свои мысли;
- владеет навыками делового общения, устной и письменной коммуникации;
- владеет основными элементами экономической культуры: деятельностным, поведенческим, коммуникативным, ценностным;
- уважает свою и чужую собственность, свой и чужой труд. Гордится своими экономическими достижениями;
- активно участвует в продуктивной деятельности, создает потребительские ценности, необходимые людям;
- руководствуется нормами и моральными принципами, необходимыми для ведения честного бизнеса.

Приведенный перечень признаков экономически воспитанного человека образует смысловую основу экономического воспитания. Помимо этого, феномен экономического воспитания можно рассматривать, с одной стороны, как «процесс» и, с другой – как «результат».

Экономическое воспитание как *процесс* есть целенаправленное педагогическое воздействие других лиц (родителей, учителей, сообществ и пр.) на формирование определенных экономически значимых черт личности.

Цель экономического воспитания – формирование и закрепление определенных образцов (моделей) поведения в экономической системе, основанных на знании, нормах и правилах. Следование им, хотя и делает жизнь людей более прагматичной (основанной на экономических принципах), но в то же время оставляет большую степень свободы для самореализации. Осваивая новые для себя экономические роли, люди изменяют образ своего мышления (тем

самым подчиняя его законам экономики).

Экономические законы суровы, они не прощают людям, правительствам и всем субъектам экономики неправильных (нерациональных) действий (поступков). Надо умело распоряжаться своими знаниями, направлять их в ту сферу, где они принесут больше пользы (выгоды). Этому способствует осознание в процессе воспитания свободы выбора, возможности самостоятельного принятия решений, что организует действия людей, делает их целенаправленными.

Экономическое воспитание как *результат* есть интегральная целостность, складывающаяся из убеждений, принципов, навыков, традиций, обычаев, основанных на экономическом знании и культуре человека. Экономическое воспитание выражено в поведенческих, эмоциональных, деятельностных характеристиках людей, необходимых для эффективного бытия и эффективной адаптации к изменяющимся условиям жизни.

Таким образом, результат экономического воспитания имеет *нематериальную форму*. Тем не менее этот результат оказывает прямое влияние на вещный мир, созданный экономикой – мир необходимых для жизни человека предметов. Он является производным от духовного мира, от сформированных потребностей человека, его сознания, мышления. Можно предположить, что отношение к «вещному миру» может выражаться в разрушительном и созидательном характере поведения.

Человек должен управлять вещным миром, а не наоборот (потребительский фетишизм – признак падения экономической культуры и недостатка экономического воспитания). Однако, если взглянуть на это с другой стороны, то в экономической системе стремление к обладанию все большим вещным миром имеет и позитивное значение, поскольку ведет к развитию экономической системы. Это выражается в создании новых механизмов координации между субъектами экономики, в установлении новых связей, что требует дополнительных интеллектуальных усилий, генерации идей, поиска новых методов познания и управления действительностью.

Значительная доля этих усилий направлена на создание условий, необходимых для работы, поддержания здоровья, собственного развития, что позволяет человеку не думать о бытовой стороне жизни и направлять свою энергию на самореализацию и творчество. При этом потребление духовных благ, которые влияют на экономическое воспитание, экономическую культуру, невозможно без развития самой экономики и способов доступа к этим благам (средств коммуникации, интеллектуальных технологий, компьютерных технологий и пр.).

Таким образом, экономическое воспитание определяет особое отношение человека не только к вещам, но и к людям, событиям, фактам, идеям. Оно в том числе основано на новых традициях и привычках, которые в большей степени обусловлены *разнообразием*, которое предоставляет современная рыночная система. Экономический результат воспитания может рассматриваться также как умение вести себя в мире ценностей. Находясь в одном пространстве, человек и вещь редко бывают независимы друг от друга, и по фактам поведения в предметном окружении можно составить характеристику того или иного человека. В этой связи экономическое воспитание определяет меру и способ реализации личности молодого человека в профессиональной сфере, бизнесе и быту.

Очень важным показателем формирования экономического воспитания является отношение к деньгам, основанное на понимании природы и сущности денег. Такие навыки обращения с деньгами как умение зарабатывать и тратить, считать, измерять деньгами ценность вещей и определять их собственную ценность, а также экономить, делиться, возвращать долги, защищать свои деньги и пр. становятся необходимыми. Но им нужно учиться.

Несомненно, содержание воспитания наследуется. Экономическое в данном случае не является исключением. Оно в первую очередь опирается на память поколений и «живой опыт ближних», на то, что молодым понятно, что многократно воспроизводится и закрепляется в их сознании, осуществляется с помощью специальных средств и методов педагогического воздействия.

Получить экономическое воспитание можно формальным и неформальным путем. В любом случае – это процесс самовоспитания личности. И взрослый, и школьник самостоятельно и интуитивно отбирают и используют посильные и необходимые средства и элементы в ряду средств обучения и воспитания, изменяющие их социально-психологический тип (включая привычки, убеждения, черты личности и пр.).

Формальный путь осуществляется через систему экономического образования, в которой особыми методами закладываются *основы знаний* об устройстве экономики и принципах ведения хозяйства разнообразными субъектами, формируется *особый экономический образ мышления*, осваиваются модели экономического поведения, то есть весь арсенал средств, которые могут стать достойной базой для выработки собственных норм поведения и взаимодействия с другими людьми. Это целенаправленный путь, осуществляемый «под контролем специалистов: педагогов, ученых», но он, к сожалению, часто не учитывает индивидуальных «стартовых условий», интересов и мотивов обучающегося.

В экономике более распространен *неформальный путь*, когда в роли учителя, наставника, воспитателя выступают средства массовой информации, советы друзей и коллег, опыт родителей, когда усвоение образцов поведения и примеров из реальной жизни происходит «на рабочем месте».

Воспитание как система взглядов, убеждений, мотивов поведения постоянно *корректируется* новым знанием, новыми жизненными обстоятельствами, образцами поведения, речи, нормами общения, системой ценностей. Именно это следует учитывать при проектировании модели экономического образования школьников, настроенной на обучение, воспитание и развитие молодого человека. Экономическое воспитание выступает как мотив к действию, поступку, деятельности в соответствии с усвоенными принципами (полученными в системе образования или предоставленными «улицей»).

Экономическое воспитание через культуру хранит, транслирует, создает программы и модели поведения, общения, деятельности, фиксируя и закрепляя их в нормах, убеждениях, принципах, которые определяют в конечном итоге эффективность и воспроизводимость системы, а также выживаемость в ней индивидов.

Очень важный аспект заключается в воспитании уважения к *собственности, труду, результату, успеху*. Успех, как новая социоэкономическая категория, отражает степень понимания и осознания роли личности, проявления ее деловых качеств, уровня интеллекта, образованности, нравственных основ, поэтому принципы организации рыночной экономики нисколько не противоречат нормам морали и нравственности, а, напротив, делают более ценными «экономические поступки» людей.

Экономическое воспитание есть способ и средство, которыми человек делает экономический мир "своим", понятным, комфортным для проживания, однако для этого требуется затрата интеллектуальных сил, направленных на формирование способности к совершению эффективных экономических поступков, ориентированных не на процесс, а на результат. В этом случае экономическое воспитание обеспечивает перевод желаний, основанных на знании, в осмысленную и полезную деятельность.

Можно выделить два направления, по которым осуществляется воздействие на личность с

помощью экономического воспитания. Первое связано с развитием психических функций, формированием экономически значимых черт характера, выделением индивидуальных особенностей людей. Второе – с развитием социально-личностных качеств, повышением уровня социализации.

Экономическое воспитание совместно с обучением участвует в решении проблемы развития потребностей людей в материальной и духовной сферах, приобретения ими полезных навыков и привычек, умения принимать решения, воспитания чувства ответственности за последствия этих решений, понимания и бережного отношения к окружающему миру, а также определения своего места в жизни.

В современных условиях потребность в экономических знаниях, в овладении ключевыми социально-экономическими компетенциями, в социально-психологической подготовке подрастающего поколения возросла настолько, что ее игнорирование школой просто недопустимо. Можно сформулировать несколько реальных проблем, свидетельствующих о важности и значимости решения вопросов всеобщего экономического воспитания молодежи, в которых школа может оказывать реальную поддержку учащимся:

- в период проведения экономических реформ, построения принципиально новой экономической модели общества многократно возросла объективная необходимость приспособления и выживания, в том числе детей и подростков в новых социально-экономических условиях, однако в учебном плане многих российских школ до сих пор нет специального предмета «Экономика», который помогал бы решать эту сложнейшую проблему;
- явно обозначились такие социально-психологические феномены, обусловленные именно экономическими факторами, как рост отчуждения, замкнутости людей, которые сопровождаются всплеском агрессивности или стремлением уйти в себя и наблюдаются прежде всего у детей и подростков, как наименее закаленных и защищенных в социальном плане;
- как следствие значительно возросшей трудовой активности и занятости подавляющего большинства родителей, их озабоченности поиском средств к существованию в условиях растущей безработицы – заброшенность детей, недостаток внимания к их проблемам и трудностям, нежелание и невозможность родителей ответить на сложные вопросы, связанные с познанием детьми новой экономической ситуации, складывающейся в стране;
- значительное негативное влияние семьи и внешних обстоятельств на экономическое сознание ребенка, уровень его экономической культуры (что связано с экономическими проблемами и правовым нигилизмом, царящим сегодня в среде взрослых, то есть в семье и в ближайшем социуме) оказывают колоссальное формирующее влияние на подрастающее поколение. Основные каналы социализации (семья, школа, армия, сверстники, трудовые коллективы, общественные организации, средства массовой информации) крайне противоречивы. Этому следует противопоставить примеры более рациональных цивилизованных отношений, моделируя их и объясняя учащимся ценностные ориентации, которые лежат в основе этих отношений;
- выбор Россией рыночного пути развития ведет к необходимости формирования у учащейся молодежи установки на постоянный профессиональный рост, готовности к неоднократной смене профессии и вида деятельности, то есть большей социальной мобильности и подвижности по сравнению с прежними поколениями. Кроме того, в новых социально-экономических условиях значительно повышается ответственность при выборе профессии, так как от этого во многом будет зависеть уровень благополучия и благосостояния человека;
- экономическое воспитание часто оторвано от практической деятельности, в частности, от реального труда по найму (или предпринимательской деятельности), который для многих школьников остается лишь формальностью, зачастую мало привлекательной. Среди

педагогов и родителей до сих пор не закончилась дискуссия о том, следует ли оплачивать труд школьника. Неоплаченный труд школьника создает в его сознании неправильную «экономическую картину». Учащиеся не получают экономических знаний в достаточном объеме, не овладевают навыками и умениями, необходимыми для экономической деятельности, у них не формируются экономические компетенции;

- до сих пор суть экономического воспитания многими педагогами сводится лишь к формированию привычки экономить электроэнергию, воду, хлеб и прочее, то есть к воспитанию бережливости. Это, безусловно, важно и поэтому необходимо выполнять, но этим направлением не исчерпывается вся система экономического воспитания, которое подменяется просвещением по поводу, например, рационального отношения к своему и чужому времени, деньгам и т.д., то есть сводится к нравоучениям, словесному воздействию, что в современных условиях малоэффективно;
- формирование экономической культуры педагогически целесообразно проводить сразу по всем составляющим (сознание, убеждения, деятельность, ценностные ориентации). Гипертрофия одного из них может привести к формированию личности созерцателя либо прагматика, довольствующегося только получаемой пользой, без учета последствий своей деятельности. Однако проблемой проблем в деле экономического образования и воспитания остается крайне низкая подготовка учителей экономики. Это касается не только их профессиональных умений и навыков, но и гражданской позиции, занимая которую они подчас неадекватно воспринимают необходимые рыночные преобразования.

Уходить от решения данных проблем недопустимо, так как жизнь предъявляет свои жесткие требования к детям и тем более выпускникам школ. Экономическое воспитание – это ведущее средство повышения экономической культуры личности и общества, оно существенно повышает шансы школьника на жизненный успех, позволяет ему занять более активную гражданскую позицию, расширяет диапазон применения его способностей.

Экономическое воспитание подрастающего поколения представляет собой ценное экономическое благо, которое следует постоянно воспроизводить, наращивать и совершенствовать в любых формах и любыми способами. Современная школа с ее педагогическими и технологическими возможностями способна обеспечить этот процесс. И чем быстрее, тем лучше.

Химические науки	1
«ШУБА» ДЛЯ ДОМА И «КАМЕННАЯ» УДОЧКА НА ВЕК	2
Технические науки	8
СПОСОБ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ИСКЛЮЧЕНИЯ ДУБЛИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	9
РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ НЕЧЁТКОГО СОПОСТАВЛЕНИЯ ЗАПИСЕЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧЕ ИСКЛЮЧЕНИЯ ДУБЛИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ	13
ИЛЬЯ РОМАНОВИЧ ПРИГОЖИН	15
ТЕОРИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ КАК ОСНОВА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	18
КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПОИСКА ПОХОЖЕГО ПРОГРАММНОГО КОДА	23
ПРОБЛЕМА ДУБЛИРОВАНИЯ ИСХОДНОГО КОДА В ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТАХ	25
ОСНОВЫ РАБОТЫ С ODT В TESTCOMPLETE	29
Экономические науки	39
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО БОРЬБЫ С ЭКОНОМИЧЕСКИМИ КРИЗИСАМИ	40
БУДУЩЕЕ РОССИЙСКОГО МАЛОГО БИЗНЕСА. «КАТАЛИЗАТОРЫ» РОСТА	42
ВЛИЯНИЕ НАЛОГОВ НА РАЗВИТИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПОЛИГРАФИИ	44
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО РЫНКА РОССИИ И ЕГО ПРОБЛЕМЫ	48
«ЗАСАДА НА ДЕНЬГИ» ИЛИ ЭКОНОФИЗИКА	64
РЫНОК ОТКРЫВАЕТ СВОИ СЕКРЕТЫ, НО НЕ ВСЕМ	67
СТРАТЕГИЯ НА ОСНОВЕ ГЕЛЬДЕРОВСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПОКУПКЕ СТРЕДДЛА. ТЕСТИРОВАНИЕ НА БУМАГАХ ГАЗПРОМА И ЛУКОЙЛА	80
ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ РЫНКОВ. ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ РОССИЙСКОГО ФИНАНСОВОГО РЫНКА: ОПЫТ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКОНОФИЗИЧЕСКОГО ПОДХОДА ...	86
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ НЕЙРОСЕТЕВЫМИ МЕТОДАМИ	109
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ПОДХОД К ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКЕ: ЭКОНОФИЗИКА	126
ЛИНЕЙНОЕ И НЕЛИНЕЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДОХОДНОСТЕЙ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ	138
РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ VAR ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ	147
ПРИКЛАДНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА В АНАЛИЗЕ ФИНАНСОВЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ	155
НЕЙРОПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И ПОСТРОЕНИЕ ПРИБЫЛЬНОЙ ТОРГОВОЙ СТРАТЕГИИ	175
Филологические науки	179
СОВЕТЫ НАЧИНАЮЩЕМУ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА	180
АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК В СИСТЕМЕ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ	182
КАК ВЫБРАТЬ НАИЛУЧШИЙ СПОСОБ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК	185
РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	187
Педагогические науки	189
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ СТОРОНЫ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ ...	190
ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ МОЛОДЕЖИ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	192

