

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ
ЭКСТРАПОЛЯЦИИ****Семен Юрьевич БОГАТЫРЕВ**

кандидат экономических наук, доцент кафедры оценки и управления собственностью,
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Российская Федерация
sbogatyrev@fa.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6080-5869>
SPIN-код: 2429-9360

История статьи:

Получена 14.12.2018
Получена в доработанном
виде 22.01.2019
Одобрена 28.01.2019
Доступна онлайн
30.05.2019

УДК 338.244.4

JEL: C9, C92, D81, D90,
G02**Аннотация**

Предмет. Субъекты поведения, лица, принимающие финансовые решения на основе механизмов и принципов, лежащих в основе поведенческого аналитического инструментария; инструменты поведенческих финансов и экстраполяция, как ключевой элемент построения поведенческих моделей. Рассматриваются поведенческие модели в их ретроспективе. Представлены три волны развития поведенческих моделей. Описываются важные составляющие поведенческого анализа, которые лежат в основе построения поведенческих моделей.

Цели. Разработка и описание теоретической основы механизмов экстраполяции, их реализация в поведенческих моделях.

Методология. Использованы методы анализа и синтеза. Применена формализация, которая обеспечила построение моделей. Выявлена степень формализации проблемы и применены логические методы исследования. Проведена логическая формализация и математизация.

Результаты. Разработанные теоретические основы действия принципов экстраполяции в поведенческих финансах проиллюстрированы на многочисленных поведенческих моделях. Описаны принципы и побудительные мотивы проявления экстраполяции при принятии финансовых решений. Предложен механизм, описывающий действие этих побудительных сигналов. Тестирование моделей осуществлялось на фактическом материале зарубежных рынков. Результаты исследования могут применяться для анализа поведения инвесторов на фондовом рынке, в корпоративных финансах в условиях нестабильности и кризисных явлений. Использование поведенческого инструментария проведения исследований финансовых явлений дополняет и расширяет классический инструментарий традиционных финансов, способствует своевременности корректировки инвестиционных решений, повышает качество и оперативность принимаемых финансовых решений. Область применения моделей в отечественной практике – фондовый рынок, акции первого эшелона, российский валютный рынок. Наличие условий их использования определяется доступностью и достаточностью информации об исследуемых сегментах рынка.

Выводы. В настоящее время сформирован и применяется поведенческий аналитический инструментарий, основанный на экстраполяции. Благодаря ему, можно с высокой точностью делать прогнозы и описывать явления на финансовых рынках. Развитие применения таких моделей и их объединение с техническим анализом представляется перспективной областью новых исследований.

Ключевые слова:

поведенческие финансы,
поведенческий анализ,
поведенческие модели
оценки активов,
эмоциональные финансы,
эвристика

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

Для цитирования: Богатырев С.Ю. Теоретические основы и практические модели поведенческой экстраполяции // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 204 – 218.
<https://doi.org/10.24891/fa.12.2.204>

Введение

При повсеместном усилении регуляторных функций в финансах и экономике страны

изучение поведенческих финансов и внедрение достижений этой новой ветви финансовой науки играет очень важную

социальную роль. Именно эта наука позволяет выявить злой умысел, финансовую некомпетентность лица, принимающего финансовые решения и действующего на финансовом и фондовом рынках, основываясь на его поведенческих особенностях, имманентных человеческой природе [1]. Учет поведенческих особенностей – способ сделать внедрение государственной финансовой политики более эффективным [2].

Это приводит к возрастанию влияния на рынки иррационального поведения. Для его описания разработана наука – поведенческие финансы. Поведенческие финансы – стремительно развивающееся направление современных финансов. Несмотря на то, что это направление финансовой науки начало развиваться с конца 1970-х гг., его научная парадигма до сих пор окончательно не сформирована. Экстраполяция – ключевой элемент при реализации механизмов поведенческих финансов. В этом разделе поведенческих финансов освещается тема формирования ожиданий относительно будущего – центральная тема как поведенческих, так и традиционных финансов, основа построения любых финансовых моделей [1].

В отличие от традиционных поведенческие финансы при построении своих моделей ставят целью:

- учесть все, а не только рациональные, ожидания лиц, принимающих финансовые решения;
- использовать более реалистичные предпочтения участников финансовых рынков;
- принять во внимание познавательные границы – ограниченность человека при восприятии гигабайтов финансовой информации.

Ключевой элемент, таким образом, – это экстраполяция. При экстраполяции прибыльность и фундаментальные показатели играют главную роль [2]. В поведенческих финансах считается, что формируя представления о будущем, инвесторы придают

слишком большое значение последним по времени отчетности показателям прибыльности и денежного потока.

Ретроспектива развития нового инструментария

То, как инвесторы проецируют прошлые результаты при формировании стоимости активов, классов активов или фондов, волновало умы экономистов и финансистов в течение столетий.

Можно выделить три волны исследований.

Первая – начиная с упоминания этой темы в работах Уолтера Бейджхота (W. Bagehot) в 1873 г. и до Дж.К. Гелбрейта (J.K. Galbraith) – в 1954 г.

Вторая волна пришлась на 1990-е гг., когда появились первые исследования о прогнозировании (экстраполировании) прибыли [3–6].

Третья волна – это исследования на основе новой информации после кризисного периода [7–11].

Эти исследования были простимулированы новым типом информации, которая состояла в данных опросов по поводу рынков. Эти опросы охватывали как частных, так и институциональных инвесторов, которым задавали вопросы об ожидаемой доходности на рынке в ближайшие шесть месяцев или год. На результатах обработки этих данных формировалась картина ожиданий инвесторов, и была выявлена четкая взаимосвязь ожидаемой прибыльности и уже достигнутых результатов.

Иллюстрацию этому дает Институт Гэллапа по поводу ожиданий опрошенных респондентов относительно будущих доходностей на рынке (сплошная линия на *рис. 1*). Этот показатель сильно коррелирует с фактической доходностью прошлого года (пунктирная линия на *рис. 1*).

Парадокс состоит в том, что ожидания инвесторов оказались в обратной корреляционной зависимости от фактически достигнутых показателей. При ожидании

высокой доходности, она оказывалась низкой, а при ожидании низкой – высокой. Такое явление называется избыточной экстраполяцией (over extrapolation).

Алгоритмы экстраполяции

Правильное понимание экстраполяции с точки зрения поведенческих финансов помогает разобраться во многих загадках, неразрешимых на основе инструментария традиционных финансов. В частности, в вопросах, связанных с агрегированным рынком акций (избыточная волатильность и предсказуемость).

Другое применение экстраполяции – пузыри (как в части раздутых цен, так и огромных объемов торговли) [5, 7]; в теме кросс-секционной доходности – объяснение моментума, долгосрочных разворотов, стоимостной премии.

Рынок акций здесь – пример аналогичного поведения других активов, объяснение экстраполяции может быть легко применимо и к другим классам активов [12, 13].

Современная теория поведенческих финансов предлагает простое, логичное и изящное объяснение проявления экстраполяции и действий экстраполяторов. Все происходит на основе простой формулы:

$$O = (1 - D) (P_{t-1} - P_{t-2}) + D (P_{t-2} - P_{t-3}) + D^2 (P_{t-3} - P_{t-4}) + D^3 (P_{t-4} - P_{t-5}) + \dots, \quad (1)$$

где O – ожидаемое значение цены в момент времени $t + 1$, прогнозируемое в момент времени t на основании взвешивания предыдущих ценовых изменений;

D – вес ценового изменения, $0 < D < 1$;

P – цена за указанный относительно t период.

Такая математическая запись действий экстраполятора говорит о том, что он придает наибольший вес последним данным и наименьший вес – отдаленным.

Приведем графическую интерпретацию этой формулы (рис. 2).

Допустим, что на момент времени $t - 1$ приходят хорошие новости для прогноза по увеличению денежного потока оцениваемой компании. В присутствии экстраполяторов цена на акцию поведет себя следующим образом.

В момент $t - 2$ котировки акции взлетают на основании хорошей оценки ее фундаментальной стоимости. Экстраполяторы видят хорошее движение для момента $t - 1$ и очень хорошее – для $t - 2$. Это разогревает в них «бычий» настрой по будущему движению цены. Они совершают агрессивные покупки этого актива и толкают цену дальше вверх. Для планирования стоимости актива на момент времени $t + 1$ инвесторы видят предшествующий рост и снова формируют длинные позиции по акции.

Но на момент $t + 2$ котировки обрушаются. Это происходит потому, что предпредыдущий скачок уже мало значит в глазах инвестора. В соответствии с формулой у него на момент $t - 2$ уже слишком малый вес при формировании ценовых ожиданий актива. Экстраполяторы становятся менее оптимистичны и менее настроены на покупку актива, и его цена падает.

На основании этого прогноз ее стоимости был увеличен. На следующем временном этапе, увидев два последовательных увеличения, инвестор снова увеличивает прогноз по стоимости, но уже не так сильно. Но в момент времени $t + 1$ два ранее произошедших небольших ценовых увеличения в соответствии с формулой (1) настораживают инвестора, а вес первого ценового скачка чрезвычайно мал, и котировки акции обрушаются.

Поведенческие финансы не были бы поведенческими, если бы в рамках этой дисциплины исследователи не пытались бы найти психологическое обоснование проблемы. За сложным и развитым математическим аппаратом здесь следует психологический инструментарий. Какая психология лежит в основе такого поведения инвестора-экстраполятора?

В поведенческих финансах весь психологический инструментарий выражен в психологических концепциях и эвристиках. В данном случае действуют эвристики репрезентативности и памяти.

Воплощение модели

Применение идей экстраполяции доходности можно видеть в работе [7]. В модели исследуется поведение двух групп инвесторов: тех, кто экстраполирует прошлые доходности на будущее, и полностью рациональных инвесторов.

Модель удивительно точно отражает ценовые изменения на агрегированном рынке акций. А именно – чрезмерную волатильность в доходности, предсказуемость доходности на основе мультипликатора «цена/дивиденды», автокорреляцию доходности, устойчивость значений мультипликатора «цена/дивиденды». Но самое главное – результаты тестирования модели оказались в полном соответствии с аномальными явлениями, описанными ранее [14, 15].

В модели рассматривается ситуация, когда в экономике существуют два типа активов:

- безрисковый с постоянной ставкой доходности r ;
- рискованный актив, агрегированный рынок акций с фиксированным притоком капитала Q .

Рискованный актив характеризуется бесконечным потоком дивидендных выплат, представляющим собой броуновское движение на единицу капитала.

Капитализация рынка в момент времени t равна P_t и является равновесной.

В модели действуют две равномерные по плотности группы инвесторов: рациональные инвесторы с долей в общем количестве участников D и экстраполяторы с долей в общем количестве участников $(1 - D)$.

Для отражения в модели настроений (sentiments) экстраполяторов вводится

соответствующая переменная S , вычисляемая по формуле:

$$S_t = \beta \int_{-\infty}^t e^{-\beta(t-s)} dP_{s-d}, \beta > 0. \quad (2)$$

Как можно заметить, эта функция отражает взвешенные изменения цен с весами, большими для предшествующих событий.

Ожидаемое экстраполяторами изменение цены за единицу времени рассчитывается по формуле

$$E_t^e [dP_t] / dt = \lambda_0 + \lambda_1 S_t, \quad (3)$$

где λ_0, λ_1 – константы и $\lambda_1 > 0$.

Как видно, это линейная функция от значения настроений.

Рациональные инвесторы имеют корректные ожидания по поводу развития динамики будущих рыночных цен.

Оба типа инвесторов имеют абсолютную склонность избегать рисков. Каждая группа максимизирует стоимость в соответствии с присущей ей функцией имеющейся полезности и в рамках своих бюджетных ограничений.

Трейдера каждой группы понимают, как противоположные им участники формируют свои взгляды на торговлю. Но их разногласия по поводу формирования взглядов допускаются моделью. Также в модели присутствует ограничение по количеству капитала обеих групп участников на рынке.

В результате алгебраических преобразований формул модели выводится формула расчета стоимости рискованного актива в условиях равновесия:

$$P_t = A + BS_t + (D_t / r), \quad (4)$$

где A, B – константы;

$B > 0$ в равновесии;

D_t – дивидендные выплаты;

r – безрисковая ставка

В экономике с совершенной конкуренцией цена на актив была бы равна сумме первого и третьего слагаемых. Иррациональные трейдеры привносят в ценообразование второе слагаемое, отражающее настроение.

Второе слагаемое означает дополнительную прибавку к росту стоимости актива, которая отражает настроение относительно наблюдаемого движения. Это – мультипликатор настроения. При росте цены на 1%, например, в оптимистических ожиданиях иррациональных инвесторов он приобретает все 3% в зависимости от замеров настроения и рассчитанной по ним величины коэффициента настроений S_t .

И даже в условиях, когда в экономике немалую долю занимают рациональные инвесторы, иррациональные инвесторы своим поведением влияют на цену актива. Почему так происходит? Когда иррационалы-экстраполяторы разгоняют цену актива вместо сложившегося темпа прироста в 1%, как указано в примере, до 3%, «умные» рационалы понимают, это займет не один месяц. И они не пытаются скорректировать цену обратным сбросом переоцененного актива. Может быть, они совершают лишь небольшие продажи перегретого актива.

Модель генерирует основные факты, связанные с описанными аномалиями рынков, такими как избыточная волатильность (excess volatility), предсказуемость (predictability), автокорреляция доходностей (return autocorrelations), устойчивость временного ряда значений мультипликатора «цена/дивиденды».

Но что самое важное, это то, что результаты модели находятся в соответствии с данными опросов, описанных ранее.

До разработки этой достаточно новой модели финансисты могли познакомиться с разными типами моделей, описывающими агрегированный рынок акций. Например, это модели на основе привычных предпочтений (habit preferences), долгосрочного риска (long-run risk), кризисов (rare disasters), выигрышей и убытков (gain/loss utility).

Но эти предшествовавшие модели не согласовывались со статистикой опросов. Во всех этих моделях, если цена актива значительно возрастала, это объяснялось тем, что инвесторы уменьшали свои рискованные ожидания, надбавка за риск в ставке дисконтирования уменьшалась. Другими словами, инвесторы становились менее восприимчивыми к риску, в то время как в новой поведенческой модели цена разгонялась именно за счет ожиданий, включенных в алгоритм ее расчета.

Как можно заметить, речь шла пока только о росте цены на «бычьих» ожиданиях иррационалов-экстраполяторов. Так что же с падением? Когда же будет реакция на снижение цены?

Исходя из изящного и сложного математического аппарата, падение исторической цены для обрушения ожидаемого уровня цен и не нужно. Ей достаточно начать расти меньше, чем прежде, и истеричный настрой инвесторов сразу сменится на противоположный. А вот когда произойдет легкое снижение цены, лавина начнет обрушиваться с неумолимой быстротой. Итак, для начала ожиданиям инвесторов достаточно стать менее оптимистичными, менее позитивными, и начнется падение.

Это чрезвычайно близко к описаниям всех крахов, наблюдавшихся на рынках. Еще ничего не предвещает плохого, показатели компаний как никогда высоки, но их курс рухнет, а биржа охвачена распродажами уже всех активов. Растерянные аналитики разводят руками.

Более того, эта изящная модель открывает дорогу прогнозированию точки бифуркации рынка. Ключ к ее открытию – расчет D – веса исторических изменений, показателя в формуле (1), объясняющего проявления экстраполяции и действия экстраполяторов.

Важное замечание. В этой модели описываются действия индивидуального инвестора. Стадное поведение как отдельный феномен, исследуемый поведенческими

финансами, здесь не рассматривается. На эту тему есть отдельные работы.

Итак, зафиксировав удачное описание вскрытия пузыря работой модели, обратимся непосредственно к экстраполяции и пузырям.

Для объяснения и описания процессов, происходящих в связи с пузырями Н. Барберис, Р. Гринвуд, Д. Джин и А. Шлейфер (N. Barberis, R. Greenwood, L. Jin, A. Shleifer) в 2016 г. в статье «Экстраполяция и пузыри» (Extrapolation and Bubbles) представили модель, отвечающую всем описанным признакам пузыря и условиям его возникновения и развития [16].

Новизна модели состоит в том, что механизм ценообразования остается прежним, а механизм описания высоких объемов – новый, основанный на «волновой» концепции. Это было необходимо сделать, так как в предыдущих моделях именно объяснение избыточных объемов торгов было недостаточно обоснованным.

Модель разворачивается на временном промежутке $t = 0, 1, \dots, T$.

В модели рассматриваются два актива: безрисковый актив с нулевой постоянной доходностью и рискованный актив, который характеризуется фиксированной поставкой своих акций в объеме Q и потоком дивидендных платежей, которые описываются следующим уравнением:

$$D_T = D_0 + \varepsilon_1 + \dots + \varepsilon_T, \quad (5)$$

где D_0 – дивидендные платежи, которые объявляются в момент 0;

ε_1 – дивидендные платежи, которые объявляются в момент 1;

$$\varepsilon_1 \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2).$$

В модели действуют фундаментальные трейдеры и экстраполяторы.

Фундаментальные трейдеры ведут себя как арбитражеры. То есть они покупают акции, если они недооценены рынком относительно их фундаментальной стоимости, рассчитанной

на основании прогнозных денежных потоков, и продают их, если они переоценены рынком относительно их фундаментальной стоимости, рассчитанной на основании прогнозных денежных потоков.

В модели строится функция спроса D фундаментальных трейдеров, которая в момент t имеет следующий вид:

$$(D_t - \gamma \sigma_\varepsilon^2 (T - t - 1) Q - P_t) / \gamma \sigma_\varepsilon^2, \quad (6)$$

где γ – коэффициент дисконтирования, учитывающий склонность к риску;

σ_ε^2 – коэффициент, учитывающий фундаментальный риск.

Как видно из формулы, спрос тем больше, чем меньше цена. Компенсационные ожидания уменьшаются к концу срока инвестирования.

Это спрос инвестора (фундаментального трейдера), который четко следует стратегии избегания рисков. Эти инвесторы (фундаментальные трейдеры) строго рациональны. Они не планируют свой спрос с оглядкой на других. Они считают, что рискованные активы будут в портфелях других инвесторов в соответствии с их (инвесторов) долей в общем числе участников рынка.

Весь числитель представляет собой изменение цены актива.

Для строгих следователей терминологической четкости подчеркнем, что в контексте материалов по поведенческим исследованиям цена и стоимость – синонимичны. Ведь если по действующему законодательству¹, под рыночной стоимостью объекта оценки понимается наиболее вероятная цена, то об этой цене и идет речь.

Не забудем, что в поведенческих исследованиях, как и на фондовом рынке в профессиональной среде, речь идет о фундаментальной стоимости, а именно – о такой стоимости актива, которая наблюдалась бы на рынке, если бы все его инвесторы были фундаментальными трейдерами.

¹ Об оценочной деятельности в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.07.1998 № 135-ФЗ.

Экстраполяторы в модели отводятся центральное место.

Их в модели I типов. Их спрос описывается следующей формулой:

$$D = X_t / \gamma \sigma_\varepsilon^2, \quad (7)$$

где X_t – это взвешенное ожидание изменения цены.

Формула расчета взвешенного ожидания изменения цены напоминает формулу (1), только вместо D вес обозначается θ

$$X_t = (1 - \theta) \sum_{k=1}^{t-1} \theta^{k-1} (P_{t-k} - P_{t-k-1}) + \theta^{t-1} X_1, \quad (8)$$

$$0 < \theta < 1.$$

Как и в формуле (1), больший вес при расчете средневзвешенного ценового изменения имеют наиболее близкие к текущей временной точке расчета изменения.

Авторы модели отмечают, что в этом инструментарии нет особой новизны, и при экстраполяции цен он часто применяется. Но они производят некоторые модификации.

Одна из них состоит в том, что экстраполяторы теперь не слепо смотрят в будущее, а поглядывают на те стоимостные ориентиры, которые высвечиваются в поисках фундаментальных инвесторов.

С учетом этого функция спроса экстраполяторов модернизируется. Теперь она вычисляется по формуле

$$w_i [(D_t - \gamma \sigma_\varepsilon^2 (T - t - 1) Q - P_t) / \gamma \sigma_\varepsilon^2] + (1 - w_i) [X_t / \gamma \sigma_\varepsilon^2]. \quad (9)$$

Как можно заметить из формулы, это функции спроса экстраполяторов и фундаментальных инвесторов. Но так как они остаются экстраполяторами, вес w_i очень мал и составляет всего 0,1, оставляя основную массу веса значению функции спроса экстраполяторов.

Авторы модели изящно обозначают эти два слагаемых формулы как сигналы. Первое слагаемое – стоимостной сигнал, сигнал благоприятной стоимостной ситуации, когда

стоимость недооценена рынком, фундаментальная стоимость больше рыночной котировки. Второе слагаемое – сигнал роста, сигнал благоприятных движений роста цены компании. Это – как два голоса, раздающихся в одной голове. Их разнотонной звучания может очень нервировать инвестора. Ведь, когда цена растет, и сигнал роста ласкает внутренний слух, стоимостной сигнал сообщает: этот актив переоценен, нельзя брать его.

С учетом такого «внутриголовного давления» формула расчета спроса на оцениваемый актив модернизируется следующим образом:

$$w_{i,t} [(D_t - \gamma \sigma_\varepsilon^2 (T - t - 1) Q - P_t) / \gamma \sigma_\varepsilon^2] + (1 - w_{i,t}) [X_t / \gamma \sigma_\varepsilon^2]. \quad (10)$$

Теперь в разные моменты времени у инвестора разные веса сигналов:

$$w_{i,t} = w_i' + u_{i,t};$$

$$u_{i,t} \sim N(0, \sigma_u^2).$$

В формуле математически учитываются волновые колебания настроений инвесторов-экстраполяторов, склоняющихся то в одну, то в другую сторону.

В модели установлено ограничение на короткие продажи (short-sale constraints). Но критическим является волновой механизм, интегрированный в модель. Для каждого из I типов инвесторов волновой механизм присвоения весов свой. Почему волновой механизм так важен и продуктивен? Потому что он гасит возможные взаимосвязи, присваивая веса по группам независимо от любых взаимосвязей.

Графическая интерпретация функций, описывающих финансово-экономические явления, очень полезна как для раскрытия их сути, так и для шаблонного мышления. Для пузырей более характерен выпуклый характер кривой, в том время как предложенная функция имеет вогнутый характер. Но если вес последних ценовых изменений будет достаточно большим, она приобретает именно выпуклый вид.

После конструирования модели авторы заложили в нее следующие параметры.

Характеристики инвесторов: 30% инвесторов – фундаментальные трейдеры, 70% – экстраполяторы.

В модели просчитываются 50 типов экстраполяторов. Базовый уровень веса w_i стоимостного сигнала равен 0,1.

Уровень избегания риска (degree of risk aversion) равен 0,1.

Доля (вес при принятии решений последних ценовых изменений) у экстраполяторов равна 0,9. Этот параметр определен на основании проведенных исследователями опросов инвесторов.

Уровень изменчивости «волнистости» – волновых изменений, равен 0,03. Он показывает разброс колебаний доли инвесторов, которые придерживаются фундаментальных взглядов, вокруг базового значения в размере 0,1. То есть при точке отсчета этих колебаний (волн), равной 0,1, моделируемые значения будут лежать в диапазоне от 0,07 до 0,13. Или от 7 до 13%.

Еще одно очень важное замечание. Волновая поправка не зависит от величины самих сигналов (стоимостного и сигнала роста).

Характеристики рискованного актива: начальный уровень дивидендов равен 100; предложение торгуемого актива (asset supply) равно 1; фундаментальный риск (fundamental risk) равен 3.

Число моделируемых периодов равно 50 с длиной каждого периода в один квартал.

Результаты тестирования модели интересны в двух разрезах: моделируемых ценах и объемах.

Первое – цена. Как показали результаты тестирования модели, она может генерировать наиболее распространенные свойства пузыря, избыточную оценку (large overvaluation).

В модели сгенерированы шоковые значения – всплески увеличивающихся денежных

потоков, которые влияют на величину D в следующей последовательности:

$$\begin{aligned}\{\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{10}\} &= \{0, \dots, 0\}; \\ \{\varepsilon_{11}, \dots, \varepsilon_{14}\} &= \{2, 4, 6, 6\}; \\ \{\varepsilon_{15}, \dots, \varepsilon_{50}\} &= \{0, \dots, 0\}.\end{aligned}$$

Это означает, что в течение первых десяти кварталов нет никаких всплесков, чрезмерных увеличений денежных потоков.

С последнего квартала третьего года наблюдается серия шоковых значений, указанных в фигурных скобках. Затем опять все успокаивается.

Графически интерпретация результатов представлена на *рис. 3*.

На графике пунктирной линией обозначены рассчитанные значения фундаментальной стоимости, какой она была бы, если бы все инвесторы были инвесторами фундаментальными. Она вырастает вслед за объявлениями высоких показателей денежного потока. Фундаментальные инвесторы окупают премию за риск, после успокоения шоков наблюдается равномерный рост.

Сплошная линия обозначает движение цены, когда на рынке присутствуют экстраполяторы-иррационалы. Как можно заметить по «горбу» на графике, модель репродуцирует наиболее важную характеристику пузыря – избыточную оценку (overvaluation) актива. Это полностью вторит изложенной теории пузырей и избыточной реакции экстраполяторов. Затем цена обрушивается. Уходящие в глубину исторической ретроспективы огромные шоковые значения прироста денежного потока получают в соответствии с формулой оценки модели наименьшие веса. Экстраполяторы уже не так восторжены, цена падает.

Переходя к объяснению избыточной волатильности на рынке пузырей, необходимо зонировать график, разделить его на три части.

До возникновения «горба» цена растет в соответствии с фундаментальными показателями и на рынке торгуют и

фундаментальные трейдеры, и экстраполяторы.

От точки роста «горба» до его исчезновения и слияния с прерывистой линией фундаментальной стоимости на рынке остаются только экстраполяторы. После того, как «горб» сгладился, на рынке снова и те, и другие. Фундаментальные трейдеры снова заходят в актив.

Как можно заметить, волновой механизм модели пока никак не проявил себя. Разброс значений доли «зараженности» экстраполяторов идеями фундаментальных трейдеров никак не влияют на среднюю долю, которая остается около заданного базового значения, равного 10% (0,1 доли единицы).

Но обратимся к иллюстрации другой важной особенности пузыря при помощи модели волатильности. Для того же временного ряда шоков, связанных с избыточным всплеском приростов денежных потоков в те же временные периоды, в модели строятся графики функции спроса на актив инвесторов двух типов (*рис. 4*).

Как и на предыдущем графике, прерывистая линия обозначает спрос на акции фундаментальных трейдеров. Как только возникает пузырь, они уходят с рынка из-за имеющихся ограничений по коротким продажам (защито в начальные условия) и возвращаются только тогда, когда пузырь лопается.

Сплошные линии – спрос на актив пятидесяти типов экстраполяторов, моделируемый на основе уравнений для заданных в модели условий. На графике заметны грандиозные колебания по каждой из пятидесяти ниточек. Чтобы понять эти колебания, строится график суммарных торгов (производится суммирование ниточек с графика спроса) (*рис. 5*).

На *рис. 5* сплошной линией обозначены общие объемы торгов на рынке за моделируемый

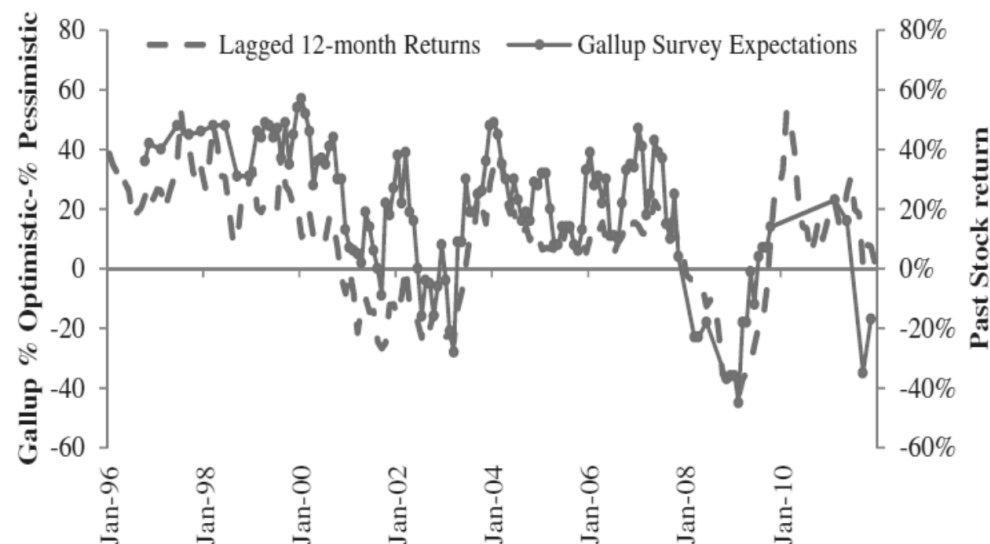
период в 50 дней. А прерывистой линией – объемы торгов пятидесяти типов экстраполяторов.

Бесстрастная аналитика модели так трактует этот красивый результат. Происходит структурирование объемов торгов в трех зонах, описываемых тремя «горбами». Они соответствуют трем стадиям предыдущих графиков. Первый и третий пики легко объяснимы. В первом «горбе» формируется пузырь. Экстраполяторы активно покупают актив, а фундаментальные трейдеры – продают. С третьим «горбом» тоже все понятно – пузырь лопнул. Экстраполяторы распродают актив, фундаментальные трейдеры – покупают. Но самый крупный «горб», самые большие объемы торгов наблюдаются в пик пузыря. И здесь торговля происходит только между самими экстраполяторами.

Заключение

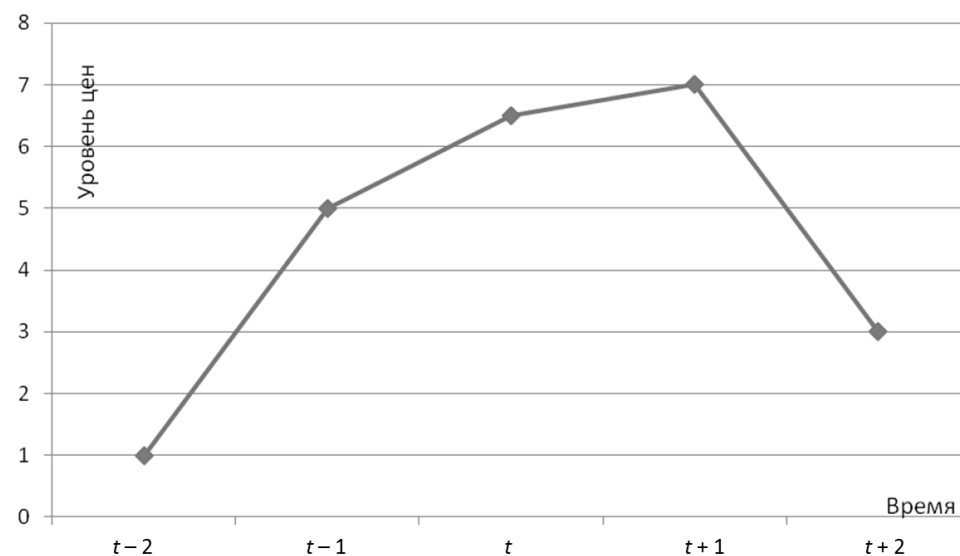
Описанные модели применяются для российских отраслевых рынков. Чтобы лучше применять эти модели, необходимо глубже разобраться в их основах. Результаты работы модели Барбериса и других авторов могут быть отправной точкой технического анализа. Серьезной работы по совмещению применения этих инструментов не проводилось. Можно ожидать, что здесь могут быть достигнуты перспективные результаты.

В отечественной практике описанные модели могут применяться на фондовом рынке при анализе акций первого эшелона. Применяются они и на российском валютном рынке [17]. Условия их использования определяются доступностью и достаточностью информации об исследуемых сегментах рынка. Чем большей ликвидностью обладает исследуемый актив, тем больше накапливается информации, тем легче настроить и применить поведенческий аналитический аппарат.

Рисунок 1**Сопоставление прогноза по доходности и фактических данных****Figure 1****Comparison of earning capacity forecast and actual data**

Источник: Институт Гэллапа

Source: American Institute of Public Opinion

Рисунок 2**Иллюстрация формулы объяснения проявления экстраполяции и действий экстраполяторов****Figure 2****Illustration of extrapolation manifestation formula and extrapolators' actions**

Источник: авторская разработка

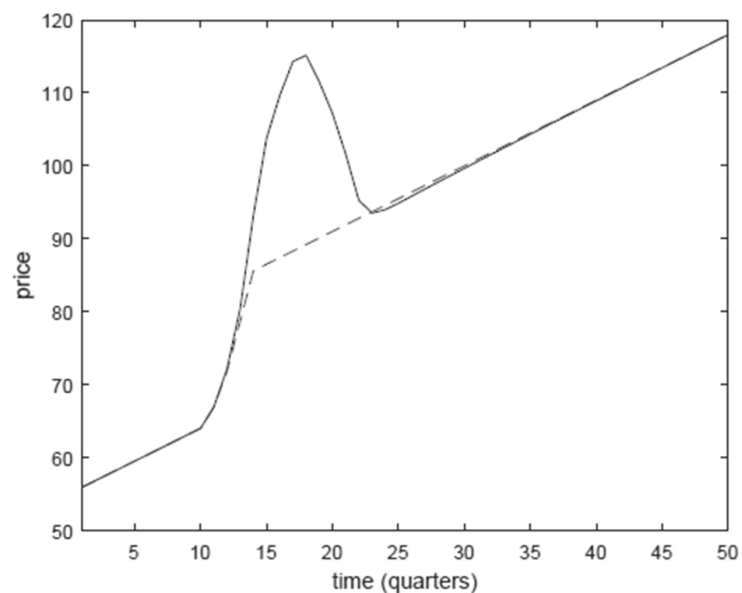
Source: Authoring

Рисунок 3

Моделирование влияния всплесков денежных потоков на цены в пузыре

Figure 3

Modeling the impact of cash flow surge on prices in bubble



Источник: [7]

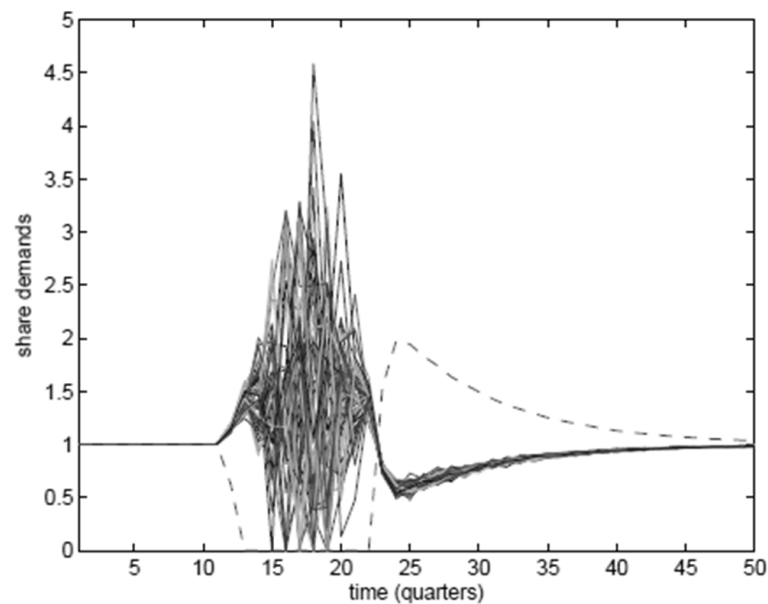
Source: [7]

Рисунок 4

Моделирование спроса на акции в пузыре

Figure 4

Modeling the demand for stocks in bubble

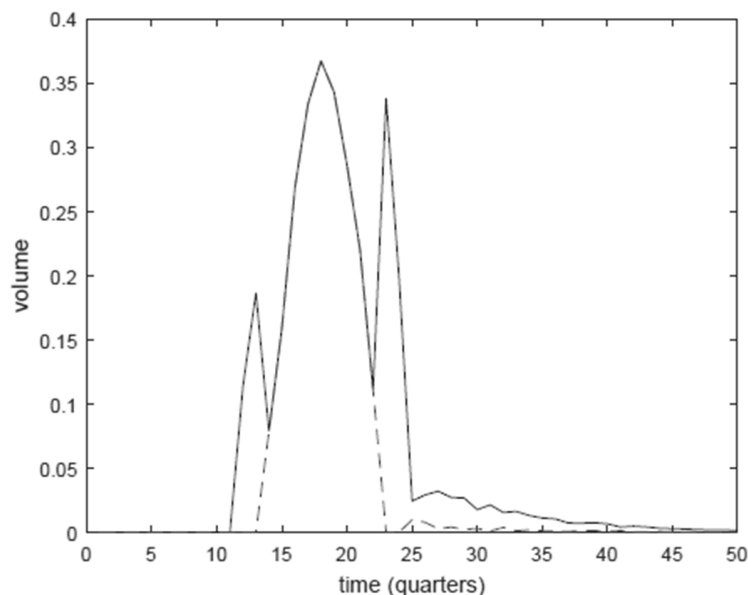


Источник: [7]

Source: [7]

Рисунок 5
Объемы торгов пузыря

Figure 5
Trading volumes of the bubble



Источник: [7]

Source: [7]

Список литературы

1. Богатырев С.Ю. Развитие концепции поведенческих финансов в российской финансовой науке // *Финансы и кредит*. 2015. № 42. С. 2712–2726.
 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-kontseptsii-povedencheskih-finansov-v-rossiyskoy-finansovoy-nauke>
2. Богатырев С.Ю. Функция стоимости теории перспектив в российской практике // *Финансы и кредит*. 2017. Т. 23. Вып. 46. С. 2762–2776. URL: <https://doi.org/10.24891/fc.23.46.2762>
3. Culter D.M., Poterba J.M., Summers L.H. Speculative Dynamics and the Role of Feedback Traders. *The American Economic Review*, 1990, vol. 80, iss. 2, pp. 63–68.
 URL: https://www.jstor.org/stable/2006544?seq=1#page_scan_tab_contents
4. De Long J.B., Shleifer A., Summers L.H., Waldmann R.J. Positive Feedback Investment Strategies and Destabilizing Rational Speculation. *The Journal of Finance*, 1990, vol. 45, pp. 379–395.
 URL: https://scholar.harvard.edu/shleifer/files/positive_feedback.pdf
5. Hong H., Stein J.C. A Unified Theory of Underreaction, Momentum Trading, and Overreaction in Asset Markets. *The Journal of Finance*, 1999, vol. 54, iss. 6, pp. 2143–2184.
 URL: <http://www.columbia.edu/~hh2679/jf-mom.pdf>
6. Barberis N., Shleifer A. Style Investing. *Journal of Financial Economics*, 2003, vol. 68, pp. 161–199. URL: http://faculty.som.yale.edu/nicholasbarberis/jfe_final.pdf
7. Greenwood R., Shleifer A. Expectations of Returns and Expected Returns. *Review of Financial Studies*, 2014, vol. 27(3), pp. 714–746.
 URL: https://scholar.harvard.edu/files/shleifer/files/expectations_of_returns_public_feb_2014_print.pdf

8. Barberis N., Greenwood R., Jin L., Shleifer A. X-CAPM: An Extrapolative Capital Asset Pricing Model. *Journal of Financial Economics*, 2015, vol. 115(1), pp. 1–24.
URL: https://scholar.harvard.edu/files/shleifer/files/x-capm_published.pdf
9. Cassella S., Gulen H. Extrapolation Bias and the Predictability of Stock Returns by Price-Scaled Variables. *SSRN*, 2017, September. URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2676860>
10. Koijen R.S.J., Schmeling M., Vrugt E.B. Survey Expectations of Returns and Asset Pricing Puzzles. *IFA Working Paper*, 2015. URL: <https://www.london.edu/faculty-and-research/academic-research/s/survey-expectations-of-returns-and-asset-pricing-puzzles>
11. Glaeser E.L., Nathanson C.G. An Extrapolative Model of House Price Dynamics. *NBER Working Paper Series*, 2015, no. 21037.
URL: https://scholar.harvard.edu/files/glaeser/files/an_extrapolative_model_of_house_price_dynamics_nberwp.pdf
12. Statman M. Behavioral Finance: Past Battles and Future Engagements. *Financial Analysts Journal*, 1999, vol. 55, iss. 6, pp. 18–27. URL: <https://doi.org/10.2469/faj.v55.n6.2311>
13. Statman M., Fisher K.L., Anginer D. Affect in a Behavioral Asset-Pricing Model. *Financial Analysts Journal*, 2008, vol. 64, iss. 2, pp. 87–90.
URL: <https://www.cfapubs.org/doi/abs/10.2469/faj.v64.n2.8>
14. Shiller R.J. Do Stock Prices Move Too Much to Be Justified by Subsequent Changes in Dividends? *The American Economic Review*, 1981, vol. 71, iss. 3, pp. 421–436.
URL: <http://www.e-m-h.org/Shiller1981.pdf>
15. Tversky A., Kahneman D. Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 1974, vol. 185, no. 4157, pp. 1124–1131.
URL: <http://www.its.caltech.edu/~camerer/EC101/JudgementUncertainty.pdf>
16. Barberis N., Greenwood R., Jin L., Shleifer A. Extrapolation and Bubbles. *NBER Working Paper*, no. 21944, January 2016. URL: <https://www.nber.org/papers/w21944.pdf>
17. Федотова М.А., Богатырев С.Ю., Бершадская А.И. Поведенческий анализ на российском валютном рынке // Аудит и финансовый анализ. 2015. № 5. С. 260–265.
URL: http://www.auditfin.com/fin/2015/5/fin_2015_51_rus_05_17.pdf

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

**THEORETICAL FRAMEWORK AND PRACTICAL MODELS OF BEHAVIORAL
EXTRAPOLATION****Semen Yu. BOGATYREV**Financial University under Government of Russian Federation, Moscow, Russian Federation
sbogatyrev@fa.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6080-5869>**Article history:**Received 14 December 2018
Received in revised form
22 January 2019
Accepted 28 January 2019
Available online
30 May 2019**JEL classification:** C9, C92,
D81, D90, G02**Keywords:** behavioral
finance, behavioral analysis,
behavioral valuation model,
emotional finance, heuristics**Abstract****Subject** The article addresses behaviors, i.e. persons taking financial decisions on the basis of mechanisms and principles underlying behavioral analytical tools; behavioral finance tools and extrapolation as a key element in behavioral model building.**Objectives** The aim is to develop and describe the theoretical basis of extrapolation mechanisms and their realization in behavioral models.**Methods** I employ methods of analysis and synthesis, reveal the degree of formalization of the problem and apply logical methods of research.**Results** The developed theoretical framework for extrapolation principles in behavioral finance is illustrated by numerous behavioral models. I specify principles and driving factors of extrapolation in taking financial decisions, offer a mechanism describing the effect of these driving factors. I tested the model on the factual material of foreign markets. The findings may help analyze investors' behavior in the stock market, in corporate finances in conditions of instability and crisis.**Conclusions** Currently, behavioral analytical tools based on extrapolation have been formed and are being applied. Owing to these tools, it is possible to make highly accurate forecasts and describe phenomena in financial markets. To develop such models and integrate them with technical analysis is a promising area of new research.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

Please cite this article as: Bogatyrev S.Yu. Theoretical Framework and Practical Models of Behavioral Extrapolation. *Financial Analytics: Science and Experience*, 2019, vol. 12, iss. 2, pp. 204–218.
<https://doi.org/10.24891/fa.12.2.204>**References**

1. Bogatyrev S.Yu. [Developing the concept of behavioral finance in the Russian financial science]. *Finansy i kredit = Finance and Credit*, 2015, no. 42, pp. 2712–2726.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-kontseptsii-povedencheskih-finansov-v-rossiyskoy-finansovoy-nauke> (In Russ.)
2. Bogatyrev S.Yu. [Prospect theory cost function in Russian practice]. *Finansy i kredit = Finance and Credit*, 2017, vol. 23, iss. 46, pp. 2762–2776. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/fc.23.46.2762>
3. Culter D.M., Poterba J.M., Summers L.H. Speculative Dynamics and the Role of Feedback Traders. *The American Economic Review*, 1990, vol. 80, iss. 2, pp. 63–68.
URL: https://www.jstor.org/stable/2006544?seq=1#page_scan_tab_contents
4. De Long J.B., Shleifer A., Summers L.H., Waldmann R.J. Positive Feedback Investment Strategies and Destabilizing Rational Speculation. *The Journal of Finance*, 1990, vol. 45, pp. 379–395.
URL: https://scholar.harvard.edu/shleifer/files/positive_feedback.pdf

5. Hong H., Stein J.C. A Unified Theory of Underreaction, Momentum Trading, and Overreaction in Asset Markets. *The Journal of Finance*, 1999, vol. 54, iss. 6, pp. 2143–2184.
URL: <http://www.columbia.edu/~hh2679/jf-mom.pdf>
6. Barberis N., Shleifer A. Style Investing. *Journal of Financial Economics*, 2003, vol. 68, pp. 161–199. URL: http://faculty.som.yale.edu/nicholasbarberis/jfe_final.pdf
7. Greenwood R., Shleifer A. Expectations of Returns and Expected Returns. *Review of Financial Studies*, 2014, vol. 27(3), pp. 714–746.
URL: https://scholar.harvard.edu/files/shleifer/files/expectations_of_returns_public_feb_2014_print.pdf
8. Barberis N., Greenwood R., Jin L., Shleifer A. X-CAPM: An Extrapolative Capital Asset Pricing Model. *Journal of Financial Economics*, 2015, vol. 115(1), pp. 1–24.
URL: https://scholar.harvard.edu/files/shleifer/files/x-capm_published.pdf
9. Cassella S., Gulen H. Extrapolation Bias and the Predictability of Stock Returns by Price-Scaled Variables. *SSRN*, 2017, September. URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2676860>
10. Koiien R.S.J., Schmeling M., Vrugt E.B. Survey Expectations of Returns and Asset Pricing Puzzles. *IFA Working Paper*, 2015. URL: <https://www.london.edu/faculty-and-research/academic-research/s/survey-expectations-of-returns-and-asset-pricing-puzzles>
11. Glaeser E.L., Nathanson C.G. An Extrapolative Model of House Price Dynamics. *NBER Working Paper Series*, 2015, no. 21037.
URL: https://scholar.harvard.edu/files/glaeser/files/an_extrapolative_model_of_house_price_dynamics_nberwp.pdf
12. Statman M. Behavioral Finance: Past Battles and Future Engagements. *Financial Analysts Journal*, 1999, vol. 55, iss. 6, pp. 18–27. URL: <https://doi.org/10.2469/faj.v55.n6.2311>
13. Statman M., Fisher K.L., Anginer D. Affect in a Behavioral Asset-Pricing Model. *Financial Analysts Journal*, 2008, vol. 64, iss. 2, pp. 87–90.
URL: <https://www.cfapubs.org/doi/abs/10.2469/faj.v64.n2.8>
14. Shiller R.J. Do Stock Prices Move Too Much to Be Justified by Subsequent Changes in Dividends? *The American Economic Review*, 1981, vol. 71, iss. 3, pp. 421–436.
URL: <http://www.e-m-h.org/Shiller1981.pdf>
15. Tversky A., Kahneman D. Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 1974, vol. 185, no. 4157, pp. 1124–1131.
URL: <http://www.its.caltech.edu/~camerer/Ec101/JudgementUncertainty.pdf>
16. Barberis N., Greenwood R., Jin L., Shleifer A. Extrapolation and Bubbles. *NBER Working Paper Series*, 2016, no. 21944. URL: <https://www.nber.org/papers/w21944.pdf>
17. Fedotova M.A., Bogatyrev S.Yu., Bershadskaya A.I. [Behavioral analysis of the Russian currency market]. *Audit i finansovyi analiz = Audit and Financial Analysis*, 2015, no. 5, pp. 260–265.
URL: http://www.auditfin.com/fin/2015/5/fin_2015_51_rus_05_17.pdf (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.