

Ермоленко Г.Г., Кусый М.Ю., Морозов Р.А., Щербина С.В., ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВОЛАТИЛЬНОСТИ ОТ ЭНТРОПИИ НА FOREX

Усиление процессов глобализации финансовых рынков привело к повышению значения моделей прогнозирования динамики трендов для анализа поведения рынка и разработки инвестиционной стратегии участников рынка. Такие модели предлагает множество авторов, занимающихся проблемами анализа в работе участников рынка (см., например, [1]). Одной из наиболее удачных имитационных моделей является технический анализ динамики трендов. Но, к сожалению, он не всегда адекватно позволяет оценить и спрогнозировать поведение рынка. Кроме того, в нем отсутствует научно доказанная мера прогнозируемости поведения такой сложной системы, которой является рынок.

Цель прогноза, как правило, уменьшение того уровня неопределенности, в пределах которого участник рынка должен принимать решения. Эта цель диктует два основных правила, которым должен следовать процесс прогнозирования:

1) прогнозирование должно быть математически корректным и должно порождать прогнозы, достаточно точные для того, чтобы отвечать нуждам участника рынка;

2) процедура прогнозирования и ее результаты должны быть достаточно эффективно представлены, что обеспечит использование прогнозов в процессе принятия решения участником рынка.

Актуальность исследования данной проблемы обусловлена необходимостью нахождения путей снижения рисков операций на FOREX и определения уровня прогнозируемости рынка.

Энтропия Грассбергера-Прокаччиа (далее по тексту – энтропия, более подробно см. [2]) для анализируемого временного ряда общепризнана как мера предсказуемости (неопределенности) системы, порождающей такой временной ряд. Она вычисляется по достаточно сложному алгоритму. Сначала находим для каждого i -того и j -того члена анализируемого временного ряда:

$$C^m_i(r) = (\text{количество таких } j\text{-тых членов временного ряда для заданного } i, \text{ что } d[x(i), x(j)] \leq r) / (N - m + 1), \quad (1)$$

где $d[x(i), x(j)]$ расстояние между i -тым и j -тым членами временного ряда, r – задаваемый параметр расстояния, N – общее количество членов временного ряда, m – текущий член анализируемого временного ряда.

Далее находится значение промежуточной величины β_m :

$$\beta_m = \lim_{r \rightarrow 0} \lim_{N \rightarrow \infty} \log C^m(r) / \log r. \quad (2)$$

Где

$$C^m(r) = (N - m + 1)^{-1} \sum_{i=1}^{N-m+1} C^m_i(r) \quad (3)$$

Далее находится значение промежуточной величины $\Phi^m(r)$:

$$\text{Define } \Phi^m(r) = (N - m + 1)^{-1} \sum_{i=1}^{N-m+1} \log C^m_i(r). \quad (4)$$

$$\text{E-R entropy} = \lim_{r \rightarrow 0} \lim_{m \rightarrow \infty} \lim_{N \rightarrow \infty} [\Phi^m(r) - \Phi^{m+1}(r)]. \quad (5)$$

Полученная согласно формуле 5 величина E-R entropy и является значением энтропии Грассбергера-Прокаччиа.

Как видно процесс вычисления значения энтропии для анализируемого временного ряда достаточно непрост и требует привлечения сложного математического аппарата.

Цель данной статьи заключается в нахождении взаимозависимости энтропии, как характеристики предсказуемости системы (а рынок, в том числе и FOREX, – один из примеров социально-экономической системы), и текущей волатильности динамики цены (далее – VM от Volatility Momentum, более подробно о Volatility Momentum см. [3]) с выявлением возможности определения уровня предсказуемости рынка с помощью VM (поскольку VM не требует большого количества данных при вычислениях и использует достаточно простой математический аппарат).

Волатильность динамики цены также одна из важнейших характеристик срочных финансовых рынков – показатель риска, характеризующий степень изменчивости цены актива за определенный период времени, основанный, как правило, на стандартном отклонении [1]. В настоящей статье предлагается индикатор волатильности VM для прогнозирования поведения трендов на глобальном валютном рынке FOREX, построенный на ином принципе.

Насколько нам известно, такие характеристики рынка, как волатильность и энтропия, исследовались каждый в отдельности, но проблема выявления зависимости между ними до сих пор не привлекала внимания

исследователей. Этим и обусловлен интерес к данной проблеме. Мы видим теоретическую значимость данной проблемы в том, что результаты могут служить для дальнейшего использования при исследованиях рынка. А практическая значимость заключается в возможности использования данных результатов в практике прогнозирования динамики трендов и в прогнозном моделировании рыночных процессов ценообразования.

Для расчета VM будем использовать следующую формулу:

$$VM = (High - Low) / |Open - Close| \quad (6)$$

где Open - цена открытия анализируемого периода Δt , Close - цена закрытия анализируемого периода Δt , High - максимальная цена за анализируемый период Δt , Low - минимальная цена за анализируемый период Δt .

В случае если знаменатель формулы 6 равен 0, применяется формула 7, являющаяся частным случаем формулы 6:

$$VM = (High - Low + \varepsilon) / \varepsilon, \quad (7)$$

где ε - величина, меньшая на порядок, чем величины, участвующие в расчете. В нашем случае $\varepsilon = 1/10$ котировочного пункта. Т.е. ε меньше любой значения цены, участвующего в расчетах, как минимум в 10 раз.

Экономический смысл индикатора VM заключается в том, что этот индикатор показывает насколько тренд, действующий в течение исследуемого периода, становится рискованным (непредсказуемым) для продолжения работы в рынке. Как только значение показателя VM начинает существенно превышать 1, следует ожидать ослабления или разворота текущего тренда (повышения непредсказуемости поведения рынка). Следовательно, VM при определенных условиях тоже можно считать мерой предсказуемости (неопределенности) рынка.

Для нахождения значения энтропии брались средние значения котировок AV, рассчитанные по формуле (источник котировок - [4]):

$$AV = (Open + Close + High + Low) / 4, \quad (8)$$

которые были разбиты на массивы по 2500 значений AV с шагом между массивами в 50 значений AV. В каждой из полученных выборок была найдена энтропия с использованием пакета прикладных программ. При помощи индикатора VM на тех же выборках значений была рассчитана среднее значение волатильности VM по выборке: поскольку энтропия – интегральная характеристика рынка, то и сравнивать ее нужно с интегральной характеристикой, каковой является среднее значение волатильности VM по выборке. Полученные значения были занесены в таблицы EXCEL. Посредством встроенной функции «коррел» из MS Excel было получено значение корреляции между рассчитанной энтропией и волатильностью на каждой выборке.

Выдвинутая выше гипотеза о взаимозависимости энтропии и VM была протестирована на различных временных горизонтах и временных интервалах для различных валютных пар (для обозначения валют принята следующая символика: JPY – японская йена; USD – доллар США; EUR – Евро; GBP – британский фунт). При этом для валютной пары JPY/USD брались дневные котировки за период времени с 03.01.1978 по 07.09.2004; для валютной пары USD/EUR брались дневные котировки за период времени с 07.04.1989 по 22.09.2004; для валютной пары GBP/USD брались дневные котировки за период времени с 03.01.1978 по 07.09.2004.

Таблица 1. Зависимость корреляции энтропии и VM от параметра расстояния τ для валютной пары GBP/USD

Значение τ	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
Корреляция	-0,7489	-0,6965	-0,8136	-0,8795	-0,9027	-0,8853

Таблица 2. Зависимость корреляции энтропии и VM от параметра расстояния τ для валютных пар USD/EUR и JPY/USD

Валютная пара USD/EUR	Значение τ	0,03	0,05	0,07	0,09
	Корреляция	-0,7731	-0,6342	-0,8601	-0,8580
Валютная пара JPY/USD	Значение τ	7,5	11	14,5	18
	Корреляция	-0,8893	-0,8989	-0,9187	-0,9178

Таблица 3. Сводная таблица полученных результатов

Пара валют	Кол-во выборок	Среднее значение VM по выборкам	Среднее значение энтропии по выборкам	Значение корреляции	Оптимальное значение τ	% полей в знаменателе при расчете VM
USD/EUR	34	4,638795	0,026863	-0,86012	0,07	2,309985
GBP/USD	90	7,596018	0,054818	-0,90269	0,35	43,36296
JPY/USD	90	359,2561	0,033449	-0,91869	14,5	43,72662

Было сделано следующее допущение: перерыв в работе рынка в выходные и праздничные дни не влияет на результаты.

Полученные результаты, представленные в таблицах 1-3 позволяют сделать следующие выводы:

- исходя из высокой корреляции (более 80%) между энтропией и VM можно применять VM в качестве меры неопределенности (предсказуемости) рынка FOREX;

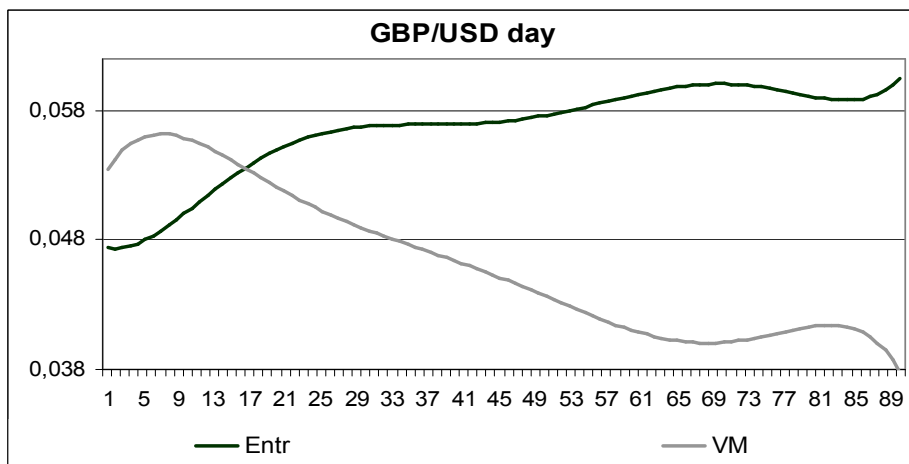


Рис. 1. Изменение значений энтропии и VM, приведенных к одному масштабу, для валютной пары GBP/USD в зависимости от количества выборок

- корреляция между энтропией и VM имеет знак минус, что говорит об обратной зависимости между этими характеристиками рынка: при росте значения VM значение энтропии уменьшается и наоборот. Следовательно, чем ниже значение VM, тем выше текущая предсказуемость рынка, и, наоборот, чем выше значение VM, тем текущая предсказуемость рынка ниже, что подтверждает вложенный в этот индикатор экономический смысл. Наглядно это проиллюстрировано на рисунке 1, где указанные характеристики ввиду их высокой нелинейности и осцилляции аппроксимированы полиномами 6 порядка;
- данные таблиц 1-2 говорят о том, что корреляция между энтропией и VM зависит от эффективности подбора значения параметра расстояния r ;
- для различных пар валют оптимальное значение параметра r и максимальное значение корреляции между энтропией и VM разное (см. таблицы 1-2);
- слабая зависимость значения корреляции между энтропией и VM от процентного количества нолей в знаменателе при расчете VM (см. таблицу 3) говорит о незначительном влиянии этого показателя (при этом значение VM существенно больше 1) на устойчивость самой корреляции;
- значение корреляции между энтропией и VM зависит от количества выборок (см. таблицы 3): чем больше выборок – тем выше значение корреляции (см. рис.2);
- осцилляция вблизи нуля по оси абсцисс (см. рисунок 2, по оси абсцисс указано количество выборок) объясняется высоким значением не линейности рыночных процессов и недостаточным для стационарности процесса количеством выборок.

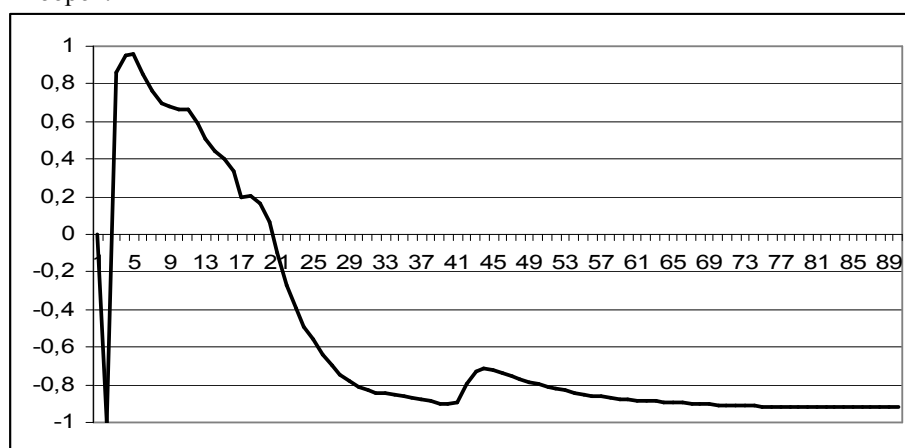


Рис. 2. Зависимость значения корреляции энтропии и VM от количества выборок для валютной пары JPY/USD

Требуют дальнейшего детального исследования:

- зависимость корреляции энтропии и VM от количества выборок и количества членов выборки;
- зависимость корреляции энтропии и VM от глубины временного горизонта исследования (например, часовых, недельных, месячных или иной глубины горизонта котировок).

Источники и литература

1. Якимкин В.Н. Финансовый дилинг. Книга 1. - М.: ИКФ Омега-Л, 2001. - 469с.
2. Pincus S.M. Approximate entropy as a measure of system complexity// Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Vol. 88, March 1991, Mathematics, pp. 2297-2301
3. Кусый М.Ю. Прогноз динамики трендов на FOREX с учетом волатильности рынка//Валютный спекулянт (г.Москва). – 2005. - № 9, с.50-51.
4. www.forexite.com

Захарченко В., Меркулов Н.

ИНВЕСТИРОВАНИЕ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ УКРАИНЫ

Одним из ключевых сдерживающих факторов существенного экономического роста на современном этапе является дефицит инвестиций в реальном секторе украинской экономики, что в значительной мере препятствует ее реструктуризации, повышению конкурентоспособности, росту экспорта и объему импортозамещения, обеспечивающего увеличение доли отечественного товаропроизводителя на внутреннем рынке. В период проводимых в 1990-х гг. реформ отсутствие промышленной и прогрессивной инвестиционной политики и углубление негативных тенденций в инвестиционном процессе привели к деградации реального сектора экономики страны.

Попробуем дать характеристику той модели, которая сложилась в отечественной экономике. Начался этап, когда рост валового внутреннего продукта отстает от динамики прироста трудовых ресурсов (табл. 1).

Таблица 1. Показатели социально – экономического развития Украины

Показатели	Годы	1999	2000	2001	2002	2003
Валовый внутренний продукт:	номинальный	130442	170070	204190	225810	263228
	реальный (в % к предыдущему году)	99,8	105,9	109,2	105,2	109,3
Инвестиции в основной капитал:	в фактических ценах	17552	23629	32573	37178	49638
	в % к предыдущему году	104,2	114,4	120,8	108,9	127,7
Количество занятого населения. млн. чел.		21,8	21,3	21,0	21,4	21,4
Зарегистрированная безработица в трудоспособном возрасте (на конец года), тыс. чел.		1174,5	1155,2	1008,1	1034,2	988,9
Доходы населения:	Номинальные, млн. грн.	98154	128736	157996	185073	211922
	реальный (в % к предыдущему году)	99,3	104,1	110,0	118,0	105,8
Внешняя торговля, млн. ам. долл.:	экспорт	15195,5	18059,3	19809,1	22012,4	27328,2
	импорт	12959,3	15106,9	16922,6	18168,4	24409,2
	сальдо (+,-)	2236,2	2952,4	2886,5	3844,0	2919,0

Но при этом доходы населения также опережают этот процесс. Это характерный признак формирования постиндустриализма в условиях, когда индустриальная основа во многих отношениях себя исчерпала. Сегодня Украина стоит на пороге новой модели своего развития, и у нее в очередной раз есть шанс утвердить ее на практике. Значительная часть предприятий и их руководителей, масса граждан адаптировались к сформировавшимся условиям. Действия населения и отклики на то, что происходит в экономике, свидетельствуют, что есть достаточно стабильный экономический рост. Опросы свидетельствуют о том, что население не ожидает поддержки от государства, а ищет и адекватно реагирует на увеличение спроса на рабочую силу.

Экспортеры утвердились в соответствующих нишах (правда, в основном в сырьевой направленности). Имеет место благоприятная внешняя конъюнктура, и они опробовали новые подходы в денежно-кредитной и валютной политике, которые дают возможность сегодня поддерживать ценовую конкурентоспособность. Продолжает расширяться емкость внутреннего рынка. Минимизируются механизмы получения доходов от инфляции, финансовых пирамид и т.п. Жесткие бюджетные ограничения активизируют поиски собственных ресурсов развития. Сегодня за счет бюджета практически нет возможности обогатиться, хотя проблемы остаются.

Чрезвычайно важным является соотношение динамики ВВП и капиталовложений. Если капиталовложения обгоняют динамику ВВП в 2–3 раза, это закладывает основу для серьезного экономического роста, но – в долгосрочной перспективе. Так, капиталовложения в 2000 г. опережали рост ВВП в 2,4 раза, в 2001 г. – в 2,3 раза, в 2002 г. – в 1,7 раза, в 2003 г. – в 3,0 раза. Что сегодня может вызывать беспокойство – так это то, что процесс вхождения в мировые технологические цепочки не отвечает структурным требованиям. В структуре мирового экспорта готовые изделия сегодня занимают 77,5 %, в 2015 г. они будут составлять 85,3 %, тогда как сырье и полуфабрикаты – 12,5 %, а в перспективе – лишь 7,6 %. То есть сегодня вхождение Украины в мирохозяйственную систему полноценным игроком достаточно проблематично.

Теперь посмотрим: какая динамика отечественной экономики предшествовала сложившейся ситуации. Снижение в 1990-е гг. ВВП сопровождалось сокращением доли валового капитала, что объективно отражало свертывание инвестиционной активности в экономике страны. Сложившееся в рассматриваемом периоде «затухание» инвестиционного процесса в украинской экономике можно охарактеризовать как тенденцию к сни-