

УДК 336.763

UDC 336.763

08.00.00 Экономические науки

Economics

**АНАЛИЗ ЦЕНОВЫХ РЯДОВ ФОНДОВОГО РЫНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДИКАТОРА ХОЛЬТА**

**ANALYSIS OF PRICE SERIES USING HOLT'S INDICATOR OF STOCK MARKET**

Егорова Наталья Евгеньевна  
доктор экономических наук, профессор  
РИНЦ SPIN-код: нет  
ЦЭМИ РАН

Egorova Natalya Evgenievna  
Dr.Sci.Econ., professor  
no  
The Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences  
Chief Researcher of Laboratory of microeconomics analysis and modeling  
8 (499) 724-25-63 (work)  
nyegorova@mail.ru

Главный научный сотрудник лаборатории микроэкономического анализа и моделирования  
8 (499) 724-25-63 (рабочий)  
[nyegorova@mail.ru](mailto:nyegorova@mail.ru)

Tikhnenko Anastasiya  
no  
Closed Joint Stock Company «Binbank Credit Cards»  
Senior specialist of Department on work with subsidiary banks  
8 (910) 470-83-43  
AnastasiyaTikhnenko@gmail.com

Тихненко Анастасия Николаевна  
РИНЦ SPIN-код: нет  
ЗАО «Бинбанк Кредитные карты»

Ведущий специалист Управления по работе с дочерними банками  
8 (910) 470-83-43  
[AnastasiyaTikhnenko@gmail.com](mailto:AnastasiyaTikhnenko@gmail.com)

Статья посвящена разработке индикатора, выявляющего изменения в динамике ценовых рядов фондовых активов, способных привести к утрате оптимальности управляющих параметров торговых моделей. Особенностью нового инструмента технического анализа является чувствительность не только к трендовой составляющей котировок ценных бумаг, но и к волатильности финансовых активов. В рамках данной работы предлагается использование данного индикатора как элемента риск-менеджмента при работе на фондовых рынках, формулируются практические рекомендации по его применению и настройке в совокупности с торговыми моделями

The article is devoted to the development of an indicator to detect changes in the dynamics of stock price series that could lead to loss of optimality of the trading models parameters. Feature of the new tools of technical analysis is sensitive not only to the trend component securities prices, but also to the volatility of financial assets. In this work proposes the use of this indicator as part of risk management at the stock market, formulates practical advice on how to use and configure in conjunction with trading models.

Ключевые слова: ФОНДОВЫЙ РЫНОК, МОДЕЛИРОВАНИЕ

Keywords: CAPITAL MARKET, MODELING

Формирование эффективной торговой стратегии инвестора, функционирующего на фондовом рынке, требует от него принятия комплекса взаимосвязанных решений. А именно:

- 1) определение зависимости поведения актива от ряда ценообразующих рыночных факторов;
- 2) выявление влияния динамики ценовых рядов на управляющие параметры используемой торговой системы;

3) оценка временного момента, для которого применение используемой торговой системы становится нецелесообразным, по причине неактуальности текущих настроек.

Как правило, решение последней задачи проводится экспертным путем. А решение второй задачи по настройке параметров торговой модели запаздывает и происходит лишь после неоднократного числа ошибок, осуществляемых на некотором интервале времени [3].

Изменения в характере динамики ценовых рядов, такие как возрастающая изменчивость тренда и резкий рост волатильности, способны привести к «устареванию» параметров торговой модели, а значит и к возможным убыткам инвестора.

В целях идентификации структурных изменений временных рядов автором разработан инструмент (далее – синтетический индикатор, основанный на модели Хольта  $Holt_{SI}(t)$ ), состоящий из:

- временного ряда цены актива  $p(t)$ , обращающегося на фондовом рынке в момент времени  $t$ ;
- нижней и верхней границ потенциальной волатильности котировок, вычисляемых как два стандартных отклонения от расчетного значения модели Хольта [4].

Принцип работы индикатора опирается на способность адаптивных моделей, в частности модели Хольта, гибко самокорректироваться, подстраиваясь под динамику временного ряда. Эта способность позволяет предположить, что любые ценовые колебания временного ряда актива, имеющие природу шума, лежат в пределах двух стандартных отклонений от расчетного значения модели Хольта. А ценовые выбросы за пределы верхней или нижней границы индикатора Хольта свидетельствуют о росте волатильности или резком изменении тренда, на которые торговая система не способна адекватно отреагировать.

Предложенный автором инструмент описывается следующей системой уравнений:

$$H(t) = \hat{\alpha}_{1,t} + \hat{\alpha}_{2,t}\tau, \quad (1)$$

$$\hat{\alpha}_{1,t} = \alpha_1 y_t + (1 - \alpha_1)(\hat{\alpha}_{1,t-1} + \hat{\alpha}_{2,t-1}), \quad (2)$$

$$\hat{\alpha}_{2,t} = \alpha_2 (\hat{\alpha}_{1,t} - \hat{\alpha}_{1,t-1}) + (1 - \alpha_2)\hat{\alpha}_{2,t-1}, \quad (3)$$

$$0 < \alpha_1, \alpha_2 < 1, \quad (4)$$

$$Holt_{high} = H(t) + 2\sigma, \quad (5)$$

$$Holt_{low} = H(t) - 2\sigma, \quad (6)$$

$$Holt_{SI}(t) = \begin{cases} 1: [p(t) \geq Holt_{high}(t)] \vee [p(t) \leq Holt_{low}(t)] \\ 0: [p(t) < Holt_{high}(t)] \wedge [p(t) > Holt_{low}(t)] \end{cases}, \quad (7)$$

где  $H(t)$  – прогноз значения ценового ряда финансового актива, рассчитанный по модели Хольта,  $\hat{\alpha}_{1,t}$  и  $\hat{\alpha}_{2,t}$  – текущие оценки параметров модели Хольта,  $\tau$  – время упреждения прогноза в модели Хольта,  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – параметры сглаживания в модели Хольта,  $Holt_{high}(t)$  и  $Holt_{low}(t)$  – расчетные верхняя и нижняя границы волатильности ценового ряда финансового актива,  $Holt_{SI}(t)$  – текущее значение синтетического индикатора Хольта [6].

Возникновение существенных изменений в динамике  $p(t)$  сигнализируется выбросом ценовых значений актива за границы канала синтетического индикатора  $Holt_{high}(t)$  или  $Holt_{low}(t)$  (см. (5) и (6)) и идентифицируется как  $Holt_{SI}(t) = 1$ .

Оценка значений параметров  $\hat{\alpha}_{1,t_0}$  и  $\hat{\alpha}_{2,t_0}$  в начальный момент времени  $t_0$  осуществляется посредством аппроксимации полиномом первого порядка исследуемого временного ряда на заданном периоде  $\rho$ , предшествующем моменту времени  $t_0$ . Определение  $\hat{\alpha}_{1,t_0}$  и  $\hat{\alpha}_{2,t_0}$  сводится к нахож-

дению коэффициентов линейной функции времени методом наименьших квадратов и последующим переносом начала координат в середину периода  $\rho$ . Итак имеем:

$$y_{\rho} = \alpha_{1,t_0} + \alpha_{2,t_0} \rho, \quad (8)$$

$$\alpha_{1,t_0} = \frac{\sum y_{\rho}}{n_{\rho}}, \quad (9)$$

$$\alpha_{2,t_0} = \frac{\sum y_{\rho} \rho}{\sum \rho^2}, \quad (10)$$

где  $n_{\rho}$  - длина периода  $\rho$ ,  $y_{\rho}$  - фактическое значение уровня временного ряда, в рамках которого время изменяется внутри периода  $\rho$  [1].

Значения коэффициентов  $\alpha_{1,t}$  и  $\alpha_{2,t}$  синтетического индикатора Хольта в момент времени  $t$  определяются рекуррентно.

Оперативность реакции синтетического индикатора на изменение динамики исследуемого временного ряда характеризуют параметры адаптации модели Хольта  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , поиск оптимальности которых осуществляется по критерию минимума среднеквадратической ошибки [2]. Определение значений  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  происходит синхронно с настройкой торговой системы. Пересмотр оптимальности параметров адаптации и последующая перенастройка торговой системы осуществляются при срабатывании сигнала, генерируемого синтетическим индикатором Хольта.

Определение наиболее привлекательных для инвестирования рынков сопряжено с исследованием поведения основных фондовых индексов анализируемой страны [5]. Выявление частоты и распределения линейных и нелинейных изменений в характере ценового ряда индекса позволяют оценить целесообразность включения рыночного направления в рассматриваемую выборку. Подобный экспертный анализ способствует формированию

предпочтений инвестора в соответствие с его риск-аппетитом и рыночными ожиданиями.

В целях определения привлекательных для спекулятивной торговли направлений были рассмотрены котировки фьючерсов на индексы Merval (Аргентина), S&P/ASX200 (Австралия), BVSP (Бразилия), Sensex (Индия), Nikkei 225 (Япония), RTSI (РФ), FTSE 100 (Великобритания), SSE Composite (КНР), Hang Seng (HIS) (Гонконг) и KOSPI (Южная Корея).

Наибольшее количество сигналов, сгенерированных синтетическим индикатором Хольта, продемонстрировали ряды BVSP (Бразилия), Hang Seng (HIS) (Гонконг) и Nikkei 225 (Япония) (таблица 1). Несмотря на разброс частот пробития канала индикатора, количество временных интервалов, поддающихся идентификации, у активов существенно не отличается: Hang Seng (HIS) (Гонконг) и Nikkei 225 (Япония) – 8, а BVSP (Бразилия) – 7.

Проведенный посредством синтетического индикатора Хольта анализ выявил две группы активов, отличающихся частотой изменения динамики ценовых рядов: BVSP (Бразилия), Hang Seng (HIS) (Гонконг), Nikkei 225 (Япония), Merval (Аргентина) и S&P/ASX200 (Австралия), Sensex (Индия), RTSI (РФ), FTSE 100 (Великобритания), SSE Composite (КНР), KOSPI (Южная Корея).

Таблица 1 – Количество сигналов индикатора Хольта, сентябрь 2007 – июль 2013

Тикер	Количество сигналов индикатора Хольта, шт.
Merval	48
S&P/ASX200	17
BVSP	302
Sensex	47
Nikkei 225	92

RTSI	3
FTSE 100	20
SSE Composite	2
Hang Seng (HSI)	205
KOSPI	13

Фондовые рынки Бразилии и Индии отличаются нестабильным поведением по сравнению с рынками капитала других стран, исследуемых в работе (рисунок 1).

Индекс BVSP (Бразилия) имеет частые переломы динамики временного ряда в периоды с февраля 2007 года по сентябрь 2009 года и с марта 2011 года по настоящее время. Однородное поведение индекса наблюдается с октября 2009 года по февраль 2011 года. В рамках данного интервала времени представляется возможным проведение детального анализа актива на предмет экономической эффективности совершения спекулятивных сделок.

Фондовый рынок Индии претерпевает сильную бифуркацию в кризисный период с сентября 2008 года по июль 2009 года. Последующие возмущения индекса Sensex (Индия) наблюдались в середине 2010 и 2011 годов, но они уступали кризисным по частоте и величине ценовых провалов.

Гонконгский индекс Hang Seng (HSI) испытывал регулярные однородно распределенные изменения динамики ценового ряда. Однако в предкризисный и кризисный периоды поведение актива менялось значительно чаще.

Японский фондовый рынок, также как и гонконгский, характеризуется постоянным (на всем протяжении анализируемого интервала времени) изменением динамики. Следует отметить, что наибольшее возмущение временного ряда произошло в марте 2011 года. Данный выброс ценовых значений индекса потенциально связан с аварией на АЭС Фукусима-1.

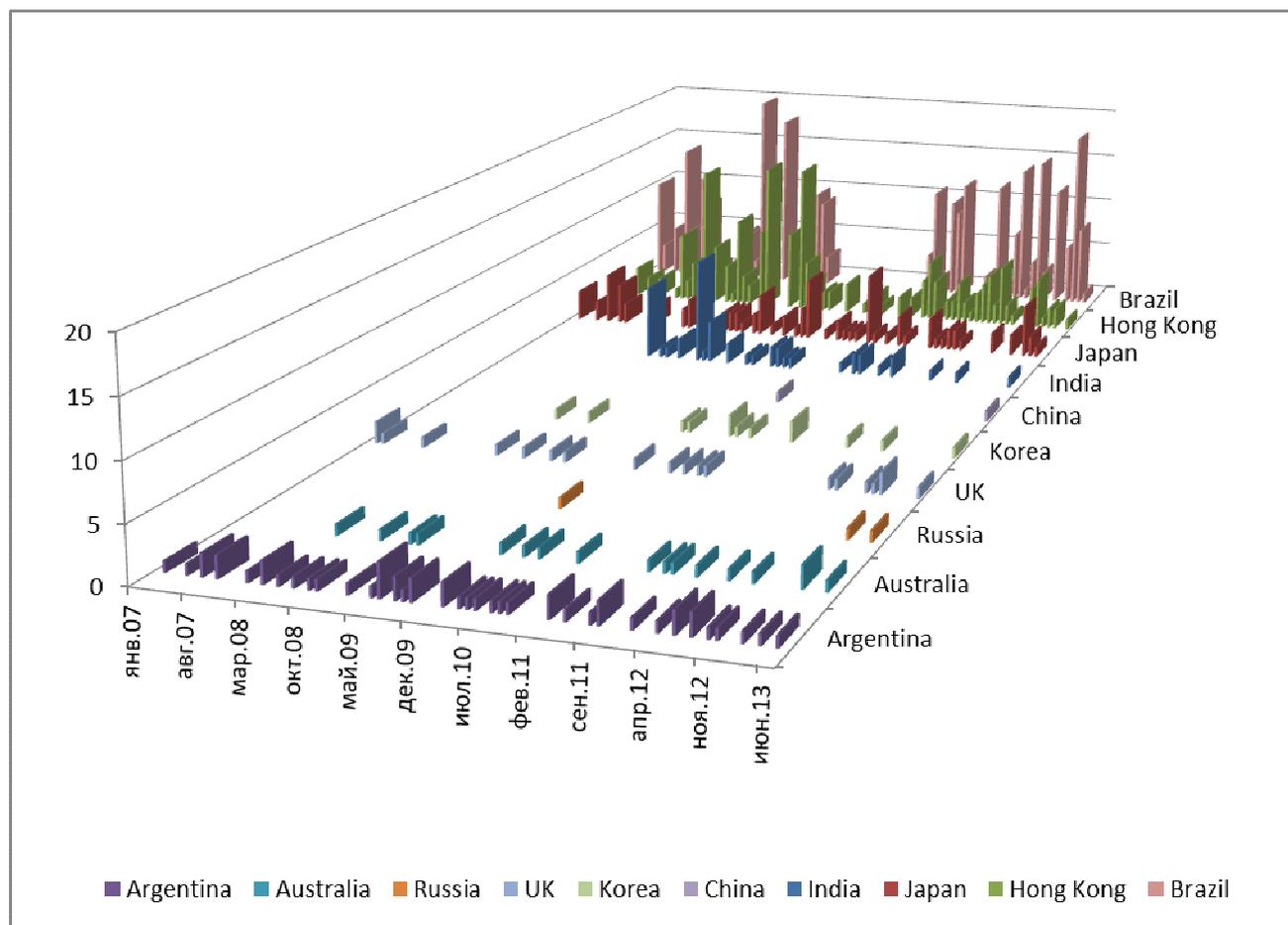


Рисунок 1 - Частоты возникновения сигналов синтетического индикатора Хольта по причине изменения динамики ценовых рядов фондовых индексов, январь 2007 – июль 2013

Индексы Merval (Аргентина), S&P/ASX 200 (Австралия) и FTSE 100 (Великобритания) отличаются регулярным изменением поведения ценового ряда, однако переориентация динамики этих активов происходит не так резко как у Hang Seng (HSI) (Гонконг) и Nikkei 225 (Япония).

Фондовые рынки Китая, Кореи и России характеризуются высокой волатильностью, что сказывается на величине коридора синтетического индикатора Хольта. Это приводит к тому, что индикатор на данных индексах обладает низкой чувствительностью, что налагает дополнительные условия на верификацию торговой системы.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, о том, что предложенный синтетический индикатор Хольта является эффективным ин-

струментом анализа динамики фондовых рынков и рекомендуется для использования инвесторами для снижения уровня управляемого риска.

#### Библиографический список

1. Айвазян, С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - Т. 1 - 656 с.
2. Дуброва, Т.А. Прогнозирование социально-экономических процессов. Статистические методы и модели / Т.А. Дуброва. - М. : Маркет ДС, 2007. - 192 с.
3. Егорова, Н.Е. Прогнозирование фондовых рынков с использованием экономико-математических моделей / Н.Е. Егорова, А.Р. Бахтизин, К.А. Торжевский. - М. : КРАСАНД, 2013. - 216 с.
4. Егорова Н.Е., Тихненко А.Н. Методы и алгоритмы формирования стратегии инвестора, функционирующего на фондовом рынке / Н.Е. Егорова, А.Н. Тихненко // Экономика и предпринимательство. – 2015. - №3 ч.2 (56-2). – С. 450-453
5. Егорова, Н.Е. Экономико-математический инструментарий прогнозирования фондовых рынков (на примере России) / Н.Е. Егорова, А.Р. Бахтизин, К.А. Торжевский. - М. : ЦЭМИ РАН, 2011. - 109 с.
6. Тихненко, А.Н. Разработка и применение индикатора Хольта в целях выявления линейных изменений характера ценового ряда на фондовом рынке / А.Н. Тихненко // Финансы и кредит. – 2013. – №44 (572). – С. 60-66.

#### References

1. Ajvazjan, S.A. Prikladnaja statistika i osnovy jekonometriki / S.A. Ajvazjan, V.S. Mhitarjan. - M. : JuNITI-DANA, 2001. - T. 1 - 656 s.
2. Dubrova, T.A. Prognozirovanie social'no-jekonomicheskikh processov. Statisticheskie metody i modeli / T.A. Dubrova. - M. : Market DS, 2007. - 192 s.
3. Egorova, N.E. Prognozirovanie fondovyh rynkov s ispol'zovaniem jekonomiko-matematicheskikh modelej / N.E. Egorova, A.R. Bahtizin, K.A. Torzhevskij. - M. : KRASAND, 2013. - 216 s.
4. Egorova N.E., Tihnenko A.N. Metody i algoritmy formirovanija strategii investora, funkcionirujushhego na fondovom rynke / N.E. Egorova, A.N. Tihnenko // Jekonomika i predprinimatel'stvo. – 2015. - №3 ch.2 (56-2). – S. 450-453
5. Egorova, N.E. Jekonomiko-matematicheskij instrumentarij prognozirovanija fondovyh rynkov (na primere Rossii) / N.E. Egorova, A.R. Bahtizin, K.A. Torzhevskij. - M. : CJeMI RAN, 2011. - 109 s.
6. Tikhnenko, A.N. Razrabotka i primenenie indikatora Hol'ta v celjah vyjavlenija linejnyh izmenenij haraktera cenovogo rjada na fondovom rynke / A.N. Tikhnenko // Finansy i kredit. – 2013. – №44 (572). – S. 60-66.