

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМИРОВАННЫХ ТРЕЙДЕРОВ НА ТОРГОВЛЮ КРИПТОВАЛЮТАМИ

О.С. Кнutowa

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. О.Л. Крицкий

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: knolya77@yandex.ru**THE INFLUENCE OF INFORMED TRADERS IN THE CRYPTOCURRENCY TRADING**

O.S. Knutova

Scientific Supervisor: Associate Professor, PhD O.L. Kritsky

National Research Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, str. Lenina, 30, 634050

Email: knolya77@yandex.ru

Abstract. *We propose a mathematical procedure of detection of transactions of informed traders in intraday cryptocurrency trading. We formulate generalized criterion allowing to define, whether there is an informed trade in the stock market is formulated. We make calculations for the currency pair XRP/USD.*

В данной работе развивается методология построения ARMA(1,1) и оценки ее коэффициентов для случая высокочастотной торговли.

Предположим, что множество всех инвесторов, покупающих или продающих базовый актив, разделено на информированных трейдеров и обычных инвесторов. Пусть макроэкономическое событие, влияющее на цену, становится общеизвестным в будущий момент времени T , в то время как информированному трейдеру данные о нем доступны уже в момент $t < T$. Предположим, что он принимает решение о покупке (продаже) базового актива равными долями через одинаковые промежутки времени, т.е. в моменты $t, (t+1), \dots, T$. Тогда объем заключенных сделок с активами одного вида равен

$$X_t = v_t + u_t,$$

где $u_t \sim N(0, \sigma_u^2)$ – объем, предлагаемый обычными, ничего не подозревающими инвесторами, v_t – объем, которым оперирует информированный трейдер.

Пусть v_t подчиняется соотношению $v_t = \beta \theta_t$, где β – коэффициент пропорциональности, θ_t – размер пакета, шт.

Пусть θ_t удовлетворяет модели AR(1), что объясняется желанием информированного трейдера скрыть свою деятельность и, например, уменьшить v_t при недостаточной активности на рынке, т.е.

$$\theta_t = \bar{\theta} + \rho \theta_{t-1} + z_t, \quad (1)$$

где $\bar{\theta}$ – средний размер пакета, покупаемого (продаваемого) в единицу времени, $z_t \sim N(0, \sigma_z^2)$ – шум.

Пусть S_t – котировка базового актива в момент t . Так как трейдер приобретает его крупными частями, предположим, что S_t будет изменяться пропорционально изменению цен:

$$S_t = S_{t-1} + \lambda X_t, \quad (2)$$

где $\lambda = \frac{\text{cov}((\theta_t, X_t)|v_{t-1})}{D(X_t|v_{t-1})}$ – условный коэффициент бета в портфельной теории Марковица [1], в котором

X_t играет роль эталонного портфеля.

Теорема. В случае торговой стратегии (1),(2) приращение цен базового актива является ARMA(1,1)-процессом [2]:

$$\Delta S_{t+1} = \gamma + \rho \Delta S_t + \delta \varepsilon_t + \varepsilon_{t+1}, \quad (3)$$

где $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ – шум, $\sigma_\varepsilon^2 = (\lambda^2 \beta^2 \sigma_z^2 + (1 - \rho^2) \lambda^2 \sigma_u^2) (1 + \delta^2 + 2\rho\delta)^{-1}$,

$$\delta = (1 + \rho^2) (2\rho)^{-1} + \left[\lambda^2 \beta^2 \sigma_z^2 - \sqrt{(\lambda^2 \sigma_u^2 (1 - \rho)^2 + \lambda^2 \beta^2 \sigma_z^2) (\lambda^2 \sigma_u^2 (1 + \rho)^2 + \lambda^2 \beta^2 \sigma_z^2)} \right] (2\rho \lambda^2 \sigma_u^2)^{-1}, \gamma = \lambda \beta (1 - \rho) \frac{S_T - S_0}{T},$$

$$\lambda = \frac{\beta \sigma_z^2}{\beta \sigma_z^2 + \sigma_u^2}.$$

Доказательство. Подставляя выражение (1) в формулу (3) при t и $(t + 1)$, получаем:

$$\Delta S_t = \gamma + \rho \lambda \beta \theta_{t-1} + \lambda \beta z_t + \lambda \beta z_{t-1} + \lambda u_t,$$

$$\Delta S_{t+1} = \gamma(1 + \rho) + \rho^2 \lambda \beta \theta_{t-1} + \lambda \beta (1 + \rho) z_t + \lambda \beta \rho z_{t-1} + \lambda \beta z_{t+1} + \lambda u_{t+1} \quad (4)$$

Перепишем выражение (4) в следующем виде:

$$\Delta S_{t+1} = \gamma + \rho \Delta S_t + \lambda \beta z_{t+1} + \lambda \beta z_t + \lambda u_{t+1} - \lambda \rho u_t \quad (5)$$

Обозначим автоковариацию для $\Delta S_t = \gamma + \rho \Delta S_{t-1} + \varepsilon_t + \delta \varepsilon_{t-1}$ через V_t . Тогда V_0 и V_1 :

$$V_0 = \sigma_\varepsilon^2 (1 + \delta^2 + 2\rho\delta) (1 - \rho^2)^{-1}, \quad (6)$$

$$V_1 = \sigma_\varepsilon^2 (\rho + \rho\delta^2 + \rho^2\delta + \delta) (1 - \rho^2)^{-1} \quad (7)$$

Вычислим автоковариацию для приращений ΔS_0 и ΔS_1 из выражения (5) напрямую и приравняем ее правым частям уравнений (6) и (7), чтобы найти неизвестные δ и σ_ε^2 . Тогда

$$\begin{aligned} \sigma_\varepsilon^2 (1 + \delta^2 + 2\rho\delta) (1 - \rho^2)^{-1} &= \lambda^2 \beta^2 \sigma_z^2 (1 - \rho)^{-1} + \lambda^2 \sigma_u^2, \\ \sigma_\varepsilon^2 (\rho + \rho\delta^2 + \rho^2\delta + \delta) (1 - \rho^2)^{-1} &= (1 + \rho) \lambda^2 \beta^2 \sigma_z^2 (1 - \rho)^{-1}. \end{aligned}$$

Разрешая полученную систему, находим коэффициенты из выражения (3), что и требовалось доказать.

Запись выражения (2) в форме (3) позволяет записать необходимый обобщенный критерий наличия информированных трейдеров [3, 4].

Обобщенный критерий: 1) если $\rho < 0$, то $0 < \delta < -\rho$; 2) если $\rho > 0$, то $-1 < \delta < -\rho$.

Попробуем обнаружить подозрительные информированные сделки с помощью обобщенного критерия. Для этого рассмотрим пяти-, пятнадцати-, тридцати- и шестидесятиминутные значения цен пары XRP/USD в период с 25 декабря по 31 декабря 2017 г. Найдем оценки коэффициентов ρ и δ модели (3), используя пакет Statistica, внутри каждого торгового дня. Их значения приведены в табл. 1.

По результатам расчетов (см. табл. 1) можно сделать вывод об обнаружении влияния информированных трейдеров на торговлю валютой XRP. Также можно отметить, что более частотные пяти- и пятнадцатиминутные котировки цен не очень хорошо помогают идентифицировать информированных трейдеров.

Таблица 1

Наличие информированной торговли в дни временного интервала 25.12.2017 – 31.12.2017

Дата	$\hat{\rho}$	$\hat{\delta}$	Интервал нарушения устойчивости для $\hat{\delta}$	Гипотеза об информированной торговле
5-минутные котировки				
25.12.2017	-0,71	0,99	(0;0,71)	Не подтверждается
26.12.2017	0,72	0,67	(-1;-0,72)	Не подтверждается
27.12.2017	0,21	0,32	(-1;-0,21)	Не подтверждается
28.12.2017	-0,87	-0,82	(0;0,87)	Не подтверждается
29.12.2017	0,08	0,29	(-1;-0,08)	Не подтверждается
30.12.2017	0,62	0,59	(-1;-0,62)	Не подтверждается
31.12.2017	0,22	0,43	(-1;-0,22)	Не подтверждается
15-минутные котировки				
25.12.2017	-0,56	0,95	(0;0,56)	Не подтверждается
26.12.2017	0,40	0,36	(-1;-0,40)	Не подтверждается
27.12.2017	-0,61	-0,42	(0;0,61)	Не подтверждается
28.12.2017	0,26	0,39	(-1;-0,26)	Не подтверждается
29.12.2017	-0,92	0,98	(0;0,92)	Не подтверждается
30.12.2017	-0,70	-0,85	(0;0,70)	Не подтверждается
31.12.2017	-0,30	-0,08	(0;0,30)	Не подтверждается
30-минутные котировки				
25.12.2017	-0,49	0,89	(0;0,49)	Не подтверждается
26.12.2017	0,06	0,22	(-1;-0,06)	Не подтверждается
27.12.2017	0,01	0,91	(-1;-0,01)	Не подтверждается
28.12.2017	-0,77	-0,59	(0;0,77)	Не подтверждается
29.12.2017	-0,29	0,03	(0;0,29)	Подтверждается
30.12.2017	-0,42	-0,34	(0;0,42)	Не подтверждается
31.12.2017	-0,78	-0,66	(0;0,78)	Не подтверждается
60-минутные котировки				
25.12.2017	-0,26	0,85	(0;0,26)	Не подтверждается
26.12.2017	0,35	0,13	(-1;-0,35)	Не подтверждается
27.12.2017	-0,40	-0,07	(0;0,40)	Не подтверждается
28.12.2017	-0,30	0,01	(0;0,30)	Подтверждается
29.12.2017	-0,88	0,87	(0;0,88)	Подтверждается
30.12.2017	0,20	0,77	(-1;-0,20)	Не подтверждается
31.12.2017	-0,86	-0,70	(0;0,86)	Не подтверждается

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ширяев А. Н. Основы стохастической финансовой математики. – М.: Наука, 1998. – Т. 1, 2. – 1020 с.
2. Крицкий О. Л., Глик Л. А. Выявление инсайдерских сделок при внутридневной торговле на российском фондовом рынке// Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2012. – № 44. – С. 33–38.
3. Крицкий О. Л., Глик Л. А. Определение активности информированных трейдеров на фондовых рынках// Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2015. – № 10. – С. 41–49.
4. Moshenets M. K. and Kritski O. L. (2016). Automatic system of detecting informed trading activities in european-style options. Journal of Engineering and Applied Sciences. no. 9, pp. 5727–5731