

ВЫЯВЛЕНИЕ ИНФОРМИРОВАННЫХ СДЕЛОК ПРИ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ТОРГОВЛЕ

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

FINDING INFORMED TRADES IN HIGH-FREQUENCY 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 for finding informed trades in high-frequency trading on different financial markets. We formulate criteria for detecting insider trades. These criteria were applied in practice to detect insider trading of Aeroflot shares.*

Выявление сделок информированных трейдеров, под которыми в данном случае подразумеваются крупные институциональные инвесторы, является актуальной и сложной задачей. Они играют важную роль для поддержания рабочего состояния фондовой биржи: предоставляют высокую ликвидность на фондовые площадки, поддерживают уровни цен и объем продаваемых рискованных инструментов, сглаживают значительные ценовые колебания котировок.

В данной работе развивается методология построения ARMA (1,1) и оценки ее коэффициентов для случая высокочастотной торговли. Далее выводятся критерии, позволяющие обнаруживать активных валютных инсайдеров.

Предположим, что множество всех инвесторов, покупающих или продающих базовый актив, разделено на инсайдеров и обычных трейдеров. Пусть макроэкономическое событие, влияющее на цену, становится общеизвестным в будущий момент времени T , в то время как инсайдеру данные о нем доступны уже в момент $t < T$. Предположим, что информированный трейдер принимает решение о покупке (продаже) базового актива равными долями через одинаковые промежутки времени, т.е. в моменты t , $(t+1)$, ..., 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 инсайдер.

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 инсайдера 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 их размеру:

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

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.

Из равенства (2) следует, что коэффициент λ определяет соотношение доходности инсайдеров относительно всех участников торгов. Кроме того, в нашем случае легко получить, что

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

если шумы z_t, u_t независимы друг относительно друга.

Используем аналитическое представление объема X_t и подставим в полученное равенство процесс θ_t , определенный формулой (1), выражение (2) удастся записать в виде модели ARMA(1,1) [2]:

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

где

$$\begin{aligned} \varepsilon_t &\sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \text{ – шум, } \sigma_\varepsilon^2 = (\lambda^2\beta^2\sigma_z^2 + (1-\rho^2)\lambda^2\sigma_u^2)(1+\delta^2+2\rho\delta)^{-1}, \\ \delta &= (1+\rho^2)(2\rho)^{-1} + \left[\lambda^2\beta^2\sigma_z^2 - \sqrt{(\lambda^2\sigma_u^2(1-\rho)^2 + \lambda^2\beta^2\sigma_z^2)(\lambda^2\sigma_u^2(1+\rho)^2 + \lambda^2\beta^2\sigma_z^2)} \right] (2\rho\lambda^2\sigma_u^2)^{-1}, \\ \gamma &= \lambda\beta(1-\rho)\frac{S_T - S_0}{T}. \end{aligned}$$

Запись выражения (2) в форме (3) позволяет применить математический аппарат устойчивости ARMA(1,1) и получить следующие условия [2]: 1) если $\rho < 0$, то $0 < \delta < -\rho$; 2) если $\rho > 0$, то $-1 < \delta < -\rho$.

Используем их для формулирования условий обнаружения инсайдерских сделок, которые нарушают условия устойчивости в модели (3).

Критерий 1. Коэффициенты, стоящие при составных частях AR(1) и MA(1) модели (3) (ρ и δ соответственно) должны иметь противоположные знаки. Если $\rho > 0$, то из условий устойчивости следует, что $\rho < |\delta|$. Если $\rho < 0$, то $|\rho| > \delta$.

Критерий 2. Свободный член $\gamma = \lambda\beta(1-\rho)\frac{S_T - S_0}{T}$ в модели (3), отвечающий за средний размер пакета θ_t , должен быть пропорционален ρ и иметь противоположный с ним знак.

Рассмотрим процесс внутрисуточной торговли акциями авиакомпании «Аэрофлот» в период с 27 февраля по 9 марта 2017 г. и проверим наличие инсайда по получасовым котировкам (получены на сайте [http://www. finam. ru](http://www.finam.ru)).

Найдем оценки коэффициентов ρ и δ модели (3), используя пакет Statistica, внутри каждого торгового дня. Их значения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Оценки коэффициентов модели (3) по торговым дням

Дата	$\hat{\rho}$	$\hat{\delta}$
27.02.2017	0,33	0,31
28.02.2017	0,23	1,00
01.03.2017	-0,68	-0,37
02.03.2017	0,13	-0,02
03.03.2017	0,50	1,00
06.03.2017	0,09	0,29
07.03.2017	-0,10	0,13
09.03.2017	-0,19	-0,45

Для проверки гипотезы о наличии инсайда применим критерии обнаружения и используем условие устойчивости модели (3). Результаты сделанных вычислений приведены в табл. 2.

Таблица 2

Проверка гипотезы о наличии инсайда при совершении сделок с акциями авиакомпании «Аэрофлот»

Дата	Знак $\hat{\rho}$	Интервал нарушения устойчивости для $\hat{\delta}$	Гипотеза о наличии инсайда
27.02.2017	Положительный	(-1;-0,33)	Не подтверждается
28.02.2017	Положительный	(-1;-0,23)	Не подтверждается
01.03.2017	Отрицательный	(0;0,68)	Не подтверждается
02.03.2017	Положительный	(-1;-0,13)	Не подтверждается
03.03.2017	Положительный	(-1;-0,50)	Не подтверждается
06.03.2017	Положительный	(-1;-0,09)	Не подтверждается
07.03.2017	Отрицательный	(0;0,10)	Не подтверждается
09.03.2017	Отрицательный	(0;0,19)	Не подтверждается

Данные табл. 2 позволяют сделать вывод о том, что в течение выбранного интервала времени во всех случаях нет признаков влияния информированных трейдеров на торговлю акциями авиакомпании «Аэрофлот».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ширяев А. Н. Основы стохастической финансовой математики. М.: Наука, 1998. – Т.2.
2. Крицкий О. Л., Глик Л. А. Выявление инсайдерских сделок при внутрисуточной торговле на российском фондовом рынке// Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2012. – № 44 (134). – С.33-38.