

**ВЫЯВЛЕНИЕ ИНСАЙДЕРСКИХ СДЕЛОК ПРИ ВНУТРИДНЕВНОЙ ТОРГОВЛЕ
ЗОЛОТОМ, СЕРЕБРОМ И ИХ ФЬЮЧЕРСАМИ**

Л.А. Глик

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

Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: ludmilaglik@mail.ru

**DETECTION OF INSIDER TRANSACTIONS
IN INTRADAY GOLD, SILVER AND THEIR FUTURES TRADING**

L.A. Glik

Scientific Supervisor: PhD in Physics and Mathematics, Dr. Prof. O.L. Kritski

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin ave., 30, 634050

E-mail: ludmilaglik@mail.ru

This article deals with the mathematical model of detecting insider transaction in intraday gold, silver and their futures trading. In the paper we present arguments about the impact of insider trading in the period before and immediately after the announcement of important macroeconomic events. Also, here is determined the effectiveness of this methodology in the analysis of high frequency data.

Анализ инсайдерской торговли очень важен, при этом выявление информированных трейдеров (инсайдеров), является актуальной и сложной задачей. Незаконно используя инсайдерскую информацию, трейдеры имеют преимущество над другими участниками рынка, в результате чего, своевременно приобретая и продавая ценные бумаги, валюту или товары, они получают высокую прибыль. Выявление таких сделок очень важно для поддержания справедливой и честной торговли на рынке.

Рассмотрим математическую модель выявления инсайдерской торговли.

Предположим, что множество всех игроков на фондовом рынке, торгующих базовым активом и фьючерсом на него, разделено на информированных трейдеров и обычных «шумовых» частных 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 $t < T$. Тогда стоимость заключенных сделок с активами одного вида равна:

$$X_t = v_t + u_t, \quad (1)$$

где $u_t \sim N(0, \sigma_u^2)$ – добавка к цене, предлагаемая со стороны ничего не подозревающих инвесторов, v_t – цена, которой оперирует информированный трейдер. Пусть v_t подчиняется соотношению $v_t = \beta \theta_t$, где β – коэффициент пропорциональности, $\theta_t = \bar{\theta} + \rho \theta_{t-1} + z_t$ – цена пакета, продаваемого на рынке, $\bar{\theta}$ – средняя цена пакета, покупаемого (продаваемого) в единицу времени, $z_t \sim N(0, \sigma_z^2)$ – ценовой шум.

Пусть S_t – котировка базового актива в момент t . Тогда приращение цены можно записать в виде ARMA (1,1) модели [1]:

$$\Delta S_{t+1} = \gamma + \rho \Delta S_t + \delta \varepsilon_t + \varepsilon_{t+1}, \quad (2)$$

где $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ – шум, $\sigma_\varepsilon^2 = (\lambda^2 \beta^2 \sigma_z^2 + (1 - \rho^2) \lambda^2 \sigma_u^2) (1 + \delta^2 + 2\rho\delta)^{-1}$, $\gamma = \lambda\beta(1 - \rho) \frac{S_T - S_0}{T}$,

$$\delta = (1 + \rho^2)(2\rho)^{-1} + \left[\lambda^2 \beta^2 \sigma_z^2 - \sqrt{(\lambda^2 \sigma_u^2 (1 - \rho)^2 + \lambda^2 \beta^2 \sigma_z^2) (\lambda^2 \sigma_u^2 (1 + \rho)^2 + \lambda^2 \beta^2 \sigma_z^2)} \right] (2\rho \lambda^2 \sigma_u^2)^{-1}.$$

Из условий устойчивости ARMA(1,1) сформулируем критерий выявления инсайдерских сделок [2]:

Критерий: коэффициенты, стоящие при составных частях AR(1) и MA(1) модели (2) (ρ и δ соответственно) должны иметь противоположные знаки и $|\rho| > \delta$.

Пусть $S_{t,t} = 0, 1, \dots, T$, – имеющийся для анализа полный набор данных. Пусть $m < T$ – ширина временного окна. По котировкам $S_0, S_1, S_2, \dots, S_m$ строятся первые оценки $\hat{\gamma}_1 = \left(\hat{\lambda}_1 \beta (1 - \hat{\rho}_1) \frac{S_m - S_0}{m} \right)$, $\hat{\rho}_1$ и $\hat{\delta}_1$ коэффициентов модели (2). Сдвигая каждый раз окно на единицу вправо, пока не достигнем момента T , по известным $S_s, S_{1+s}, \dots, S_{m+s}$ строим оценки $\hat{\gamma}_s, \hat{\rho}_s$ и $\hat{\delta}_s, s = 0, 1, \dots, (T - m)$. Отсюда можно получить решающий критерий [2].

Решающий критерий: при условии ненулевого движения цен $\hat{\gamma}_k \neq 0, k = 0, 1, \dots, (T - m)$ и при выполнении неравенств $|\hat{\rho}_k| < 1$, будем считать инсайдерскую сделку обнаруженной, если выполняется одно из следующих неравенств:

$$a) \sum_k \hat{\rho}_k \sum_k \hat{\delta}_k < 0, \sum_k \hat{\rho}_k < 0, \left| \sum_k \hat{\rho}_k \right| > \left| \sum_k \hat{\delta}_k \right|; б) \sum_k \hat{\rho}_k \sum_k \hat{\delta}_k < 0, \sum_k \hat{\rho}_k > 0, \left| \sum_k \hat{\rho}_k \right| < \left| \sum_k \hat{\delta}_k \right|.$$

Пусть далее F_t – цена фьючерса на базовый актив ценой S_t . Так как они связаны известным соотношением [3]: $F_t = S_t \exp(r(T - t))$, где r – безрисковая процентная ставка, T – момент исполнения фьючерса, t – текущее время, то можно записать аналог формулы (2) для приращений ΔF_{t+1} . При этом справедливо следующее утверждение.

Пусть $A_t = [\gamma + (1 + \rho - e^r - \rho e^{-r}) S_0] \exp(r(T - t - 1))$, $\tilde{\varepsilon}_t = \varepsilon_t \exp(r(T - t - 1))$ – преобразованный нормальный шум, $C_t = (1 + \rho - e^r - \rho e^{-r}) \exp(r(T - t - 1))$. Тогда

$$\Delta F_{t+1} = A_t + \rho e^{-2r} \Delta F_t + C_t \sum_{j=1}^t \Delta S_j + \delta \tilde{\varepsilon}_t + \tilde{\varepsilon}_{t+1}. \tag{3}$$

Таким образом, можно записать необходимый обобщенный критерий наличия информированных трейдеров при торговле фьючерсами и базовым активом на них.

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

Проведем анализ тиковых розничных цен на золото и серебро. Эти цены, как известно, тесно связаны с притоком капитала в развивающиеся страны и влияют на их обменный валютный курс, инфляцию и уровень золотовалютных резервов. Также рассмотрим цены мартовских фьючерсов 2014 года GDH4 и SVH4 на золото и серебро соответственно. Возьмем тиковые котировки за период с 17 по 20 декабря 2013 г., ширина временного окна $m=1$ ч. Результаты расчетов и проверки о наличии информированной торговли приведем в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Проверка гипотезы о наличии информированных трейдеров при торговле золотом и серебром в отдельные дни

Дата	Золото		Серебро		Гипотеза о наличии инсайда
	$\hat{\rho}$	$\hat{\delta}$	$\hat{\rho}$	$\hat{\delta}$	
17.12.2013	-0,115	0,231	-0,055	0,138	не подтверждается
18.12.2013	-0,315	0,166	-0,298	0,061	подтверждается
19.12.2013	-0,077	0,289	-0,086	0,233	не подтверждается
20.12.2013	-0,087	0,244	-0,013	0,202	не подтверждается

Таблица 2. Проверка гипотезы о наличии информированных трейдеров при торговле фьючерсами GDH4 и SVH4 в отдельные дни

Дата	GDH4		SVH4		Гипотеза о наличии инсайда
	$\hat{\rho}$	$\hat{\delta}$	$\hat{\rho}$	$\hat{\delta}$	
17.12.2013	-0,999	-0,769	0,195	0,311	не подтверждается
18.12.2013	0,442	0,583	0,392	0,482	не подтверждается
19.12.2013	-0,999	-0,845	0,207	0,282	не подтверждается
20.12.2013	0,344	0,415	0,040	0,127	не подтверждается

По результатам сделанных расчетов, приведенным в табл. 1, гипотеза о наличии инсайдерской торговли подтвердилась для одного дня – 18.12.13, т.е. было влияние информированных трейдеров на ход торговли и золотом, и серебром в день объявления о постепенном сворачивании программы количественного смягчения (QE III). Это важное макроэкономическое событие, т.к. прекращение QE III напрямую влияет на снижение предложения свободной долларовой массы во всем мире и уменьшает цены на драгоценные металлы. При проверке цен фьючерсов гипотеза о наличии инсайда не подтвердилась ни для одного дня. Это возможно связано с тем, что цены на золото и серебро на срочном российском рынке предоставляются в долларах США, а для фьючерсов значения переводятся в рубли по рыночному курсу в каждый конкретный момент времени. При этом сворачивание QE III сказалось на странах БРИКС, в том числе и на России. Таким образом, появляются определенные риски, что инсайдерская сделка не будет обнаружена. Для более точного утверждения о наличии инсайда необходимо дополнительно обрабатывать цены в долларах США.

Работа выполнена по гранту Российского научного фонда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Park Y.S., Lee J. Detecting insider trading: The theory and validation in Korea Exchange// Journal of Banking & Finance, 2010. – Т. 34. Выпуск 9. – С. 2110–2120.
2. Крицкий О.Л., Глик Л.А. Выявление инсайдерских сделок при высокочастотной торговле основными валютными парами на рынке FOREX// Финансовая аналитика: проблемы и решения, 2013. – № 16(154). – С. 39–45.
3. Alexander C., Barbosa A. Hedging index exchange traded funds// Journal of Banking & Finance, 2008. – Т. 32. Выпуск 2. – С. 326–337.