

## Идентификация тенденций на рынке драгоценных металлов

© 2013 Агафонов Иван Игоревич

Московский государственный университет экономики,  
статистики и информатики

119501, г. Москва, ул. Нежинская, д. 7

E-mail: agafonovii@yandex.ru

Предложен метод идентификации тенденций на рынке драгоценных металлов. Построены линейные регрессионные модели, связывающие доходности инвестиций в золото, серебро, платину и палладий с доходностью рынка начиная с 2009 г. по 2013 г., а также трендов параметров построенных моделей.

*Ключевые слова:* рынок драгоценных металлов, тенденции, идентификация, модель ценообразования.

### Введение

В посткризисный период восстановления мировой экономики рынок драгоценных металлов демонстрирует сложную динамику. С одной стороны, в условиях интенсивного проявления факторов случайности и неопределенности на валютном и фондовом рынках он предоставляет возможность вложения капитала в защитные активы. С другой стороны, по мере роста доходности фондового рынка инвестиции в драгметаллы теряют свою привлекательность и могут становиться полем для спекулятивных игр. Таким образом, возникает проблема установить аналитические взаимосвязи между рынком драгметаллов и фондовым рынком. Для этого в статье используется модель ценообразования на рынке капиталов У. Шарпа<sup>1</sup>, обычно сокращенно именуемая CAPM (Capital Asset Pricing Model). Оценка параметров моделей для золота, серебра, палладия и платины проводится для каждого года рассматриваемого календарного периода, что позволяет установить зависимость характеристик чувствительности доходности инвестиций в драгметаллы к изменениям доходности рынка (коэффициенты бета). Аналогично находятся оценки коэффициентов альфа, характеризующие степень адекватности измерения инвестиционной стоимости активов рынком. Для идентификации тенденций на рынке драгметаллов в статье используется интерпретация зависимости временной последовательности оценок коэффициентов бета и альфа.

### 1. Матрица моделей для инвестиций в драгметаллы

Доходность инвестиций в драгоценные металлы во многом определяется спросом, формируемым во многих отраслях экономики, таких как автомобилестроение, авиация, космонавти-

ка, микроэлектроника и финансовый сектор. Этот спрос определяется общим экономическим ростом или спадом, что в конечном итоге влияет на рыночную капитализацию компаний, входящих в листинги для фондовых индексов. На доходность рассматриваемых инвестиций также влияет эффективность деятельности горнорудных компаний, производящих драгметаллы и определяющих предложение на них на рынке. Более того, стоимость таких крупных компаний учитывается при расчете фондовых индексов. Таким образом, эффективность инвестиций в драгоценные металлы разумно исследовать в зависимости от доходности рынка.

Доходность рынка, как интегральный показатель относительного изменения его благосостояния, принимается в модели CAPM равной относительному изменению индекса фондового рынка за выбранный период времени. Следуя модели CAPM Шарпа<sup>2</sup>, в статье используется для оценки индекс S&P500, который рассчитывается по результатам торговли ценными бумагами 500 крупнейших компаний на Нью-Йоркской фондовой бирже. В качестве доходности инвестиций в конкретный драгметалл за выбранный период времени используется отношение изменений рыночной цены актива.

При допущении, что существует зависимость между доходностями инвестиций в драгметалл и доходностью рынка, воспользуемся линейной регрессией, это является общепринятым при использовании CAPM. Имеем уравнение

$$R_t = \alpha + \beta \cdot R_{mt} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где  $R_t$  - доходность инвестиций в драгметалл для периода времени  $t$ ;

$R_{mt}$  - доходность фондового рынка для периода времени  $t$ ;

$\varepsilon_t$  - ошибка модели;

$\alpha$  - коэффициент, характеризующий степень адекватности оценки актива рынком, причем если коэффициент отрицателен, то актив недооценивается, если положителен, то актив переоценен, а если  $\alpha = 0$ , то оценка рынком адекватна;

$\beta$  - коэффициент, характеризующий степень чувствительности доходности актива к изменениям доходности рынка, причем если  $\beta > 1$ , то чувствительность повышенная и вложение средств интересно для спекулятивных инвесторов; когда выполняется условие  $0 \leq \beta \leq 1$ , то доходность драгметалла изменяется в меньшей степени при изменении доходности рынка, а в случае  $\beta < 0$  доходности актива и рынка в среднем изменяются противофазе.

Для оценки модели (1) для фактических данных по коэффициентам альфа и бета минимизируется сумма квадратов ошибок модели, т.е. решается следующая задача:

$$\min_{\alpha, \beta} \sum_{t=1}^T (R_t - \alpha - \beta \cdot R_{mt})^2, \quad (2)$$

где  $T$  - число фактических наблюдений.

Допустим, что исследуется динамика доходности инвестиций в драгметаллы, число видов которых равно  $L$  за  $T$  лет. Тогда необходимо решить  $L \cdot T$  оптимизационных задач, в которых оцениваются элементы двух матриц  $[\hat{\alpha}_{ij}]$ ,  $[\hat{\beta}_{ij}]$ , ( $i = 1, \dots, T; j = 1, \dots, L$ ). Столбцы матрицы  $\hat{B}$  позволяют анализировать изменение во времени, степень чувствительности доходности инвестиций в каждый из драгметаллов, а строки этой матрицы - провести сравнение инвестиционной привлекательности драгметаллов. Столбцы матрицы  $\hat{A}$  дают возможность судить о степени адекватности оценок рынка для каждого актива в зависимости от времени.

Таким образом, разработан метод идентификации матрицы моделей САРМ. Практическое применение метода позволяет провести ретроспективный анализ изменения инвестиционной привлекательности инвестирования на рынке драгметаллов, выбрать моменты времени вхождения на этот рынок и выхода из него с учетом мотивации инвестора.

## 2. Оценивание параметров матрицы моделей

Рассмотрим инвестиции в золото, серебро, платину и палладий в период 2009-2013 гг. В этом случае необходимо оценить параметры

20 линейных регрессионных моделей вида (1), поскольку

$$L = 4, T = 5.$$

Далее рассматривается укрупненный алгоритм оценки матриц  $\hat{A}$  и  $\hat{B}$  в среде электронных таблиц MS EXCEL.

**Шаг 1.** Экспортировать данные о движении цен на все рассматриваемые драгоценные металлы и значения индекса S&P 500. В статье использованы данные с периодичностью в один месяц<sup>3</sup>.

**Шаг 2.** Рассчитать для каждого месяца доходность инвестиций в каждый из драгметаллов и доходность рынка по формуле

$$\text{Доходность} = \frac{\text{Close} - \text{Open}}{\text{Open}},$$

где *Close* - значение цены или индекса в конце месяца;

*Open* - значение цены или индекса в начале месяца.

**Шаг 3.** Построить точечные диаграммы в координатах доходность рынка, доходность для каждого драгметалла, охватывая все рассматриваемые года.

**Шаг 4.** Выделить точки каждой диаграммы и в контекстном меню выбрать функцию "Выделить линию тренда".

**Шаг 5.** Указать, что тренд линейный, и запросить вывод уравнения аппроксимации. На экране отобразится линейная зависимость и ее уравнение вида

$$y = b \cdot x + a,$$

где  $y$  - доходность инвестиции за месяц;

$b$  - оценка коэффициента бета;

$x$  - доходность рынка за месяц

$a$  - оценка коэффициента альфа.

Пример применения алгоритма для оценивания параметров элементов  $\hat{\alpha}_{43}$ ,  $\hat{\beta}_{43}$  (2012 г., платина) приведен на рис. 1. Каждая точка диаграммы соответствует одному из месяцев 2012 г. В результате оценивания находится, что

$$\hat{\alpha}_{43} = -0,0103,$$

$$\hat{\beta}_{43} = 1,8335.$$

Таким образом, в 2012 г. инвестиции в платину представляли спекулятивный интерес, поскольку  $\hat{\beta}_{43} > 1$ , но в то же время рынок недооценивал этот актив, так как  $\hat{\alpha}_{43} < 0$ .

Сводка результатов применения алгоритма ко всем драгметаллам для периода 2009-2013 гг. дана в табл. 1, 2.

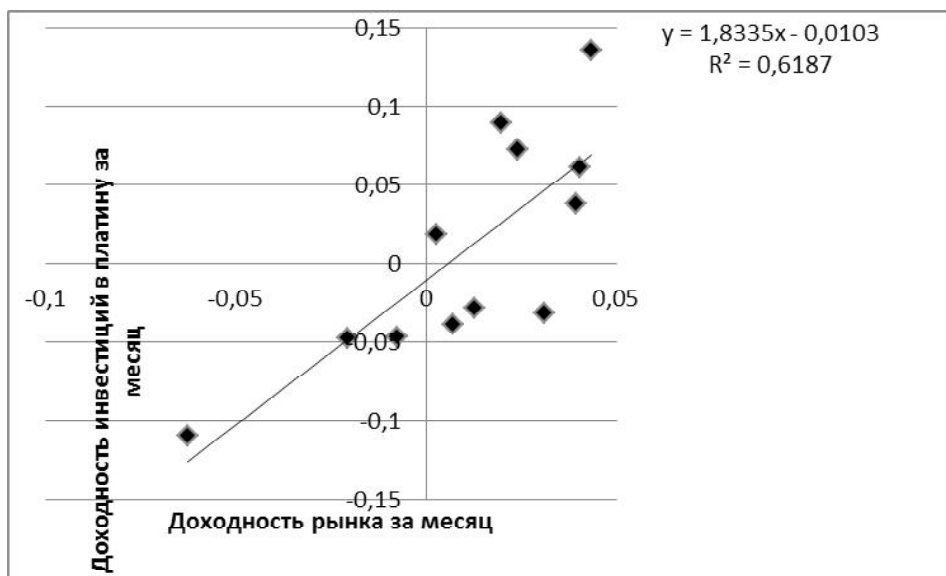


Рис. 1. Зависимость доходности инвестиций в платину от доходности рынка в 2012 г.

Таблица 1. Коэффициенты бета драгоценных металлов в зависимости от времени

Год	Драгметалл			
	Золото	Серебро	Платина	Палладий
2009	-0,0309	0,0440	-0,1298	0,2010
2010	-0,1283	0,4008	0,8855	1,4364
2011	0,3105	1,8409	0,7482	1,0566
2012	0,9873	1,8237	1,8335	0,7172
2013	1,3864	3,0454	3,1157	2,8983

Таблица 2. Коэффициенты альфа драгоценных металлов в зависимости от времени

Год	Драгметалл			
	Золото	Серебро	Платина	Палладий
2009	0,0211	-0,1283	0,0405	0,0614
2010	0,0238	0,0238	0,01	0,0493
2011	0,0112	0,0112	-0,0175	-0,013
2012	-0,005	0,0045	-0,0103	-0,001
2013	-0,068	-0,0675	-0,0682	-0,068

Как следует из содержания столбцов табл. 1, чувствительность доходности инвестиций в драгметаллы к изменению доходности рынка существенно возросла, и эти активы в 2013 г. имеют значительную спекулятивную привлекательность. Одновременно с этим, как показывает последняя строка табл. 2, все рассматриваемые металлы приобрели отрицательные значения коэффициента альфа, что объясняется корректировкой цен за период 2012-2013 гг. Необходим инструментальный анализ тенденций на рынке драгоценных металлов.

### 3. Тенденции изменения параметров матрицы моделей CAPM

Анализ и интерпретация тенденций движения цен драгметаллов затрудняется периодическими возникающим на рынке ажиотажным спросом и паническими настроениями. Альтернати-

вой является идентификация зависимости параметров матричной модели CAPM от времени на основе оценок, полученных в предыдущем разделе статьи, с последующим их анализом.

Далее рассматриваются временные ряды оценок коэффициентов альфа и бета для драгметаллов, приведенные в табл. 1, 2, и проводится их линейная аппроксимация с последующим анализом. В качестве точности аналитического представления выступает коэффициент детерминации, значения  $R^2$  которого близки 1.

Как следует из графика, представленного на рис. 2, с начала 2009 г. до конца 2011 г. рынок недооценивал золото, а затем переоценивал этот актив. До III квартала 2009 г. доходность инвестиций в золото и доходность фондового рынка изменялись в противофазе, а затем синхронно, причем со II квартала 2012 г. этот актив стал представлять интерес для спекулятивной игры (см. рис. 3).

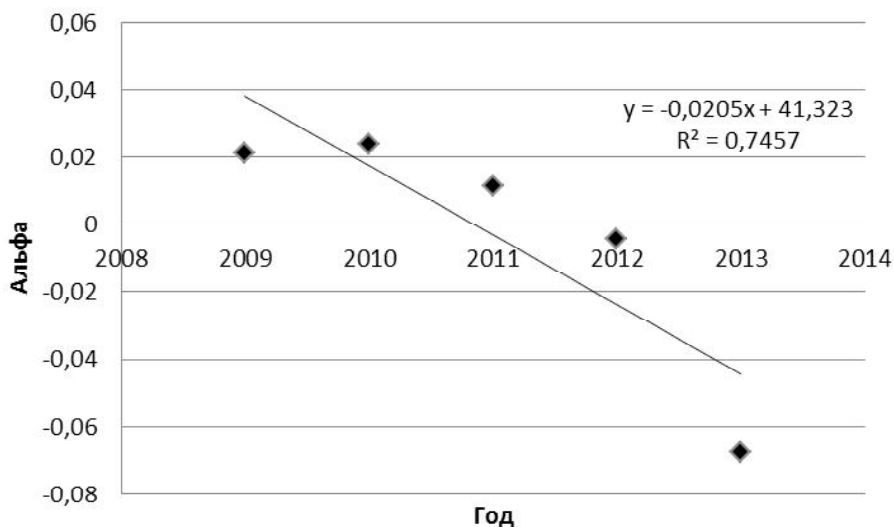


Рис. 2. Оценка  $\hat{\alpha}$  для золота в зависимости от времени

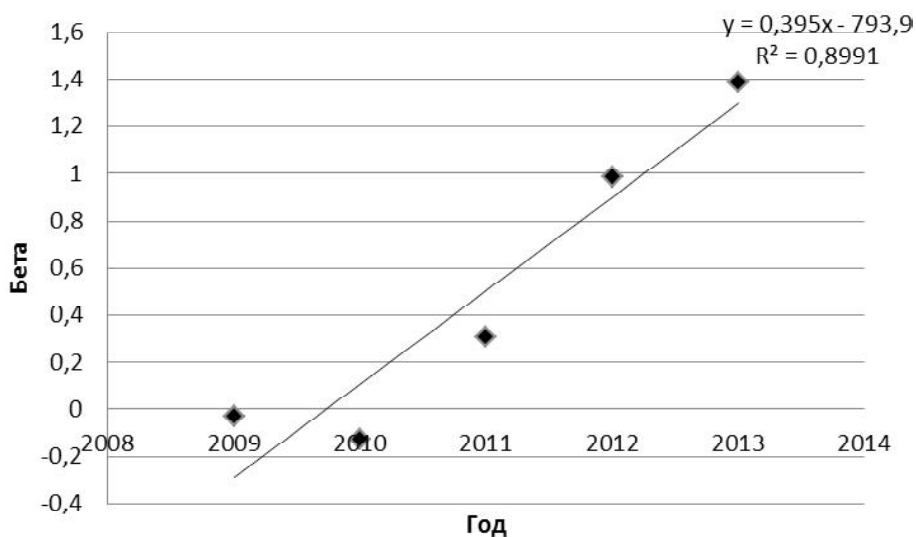


Рис. 3. Оценка  $\hat{\beta}$  для золота в зависимости от времени

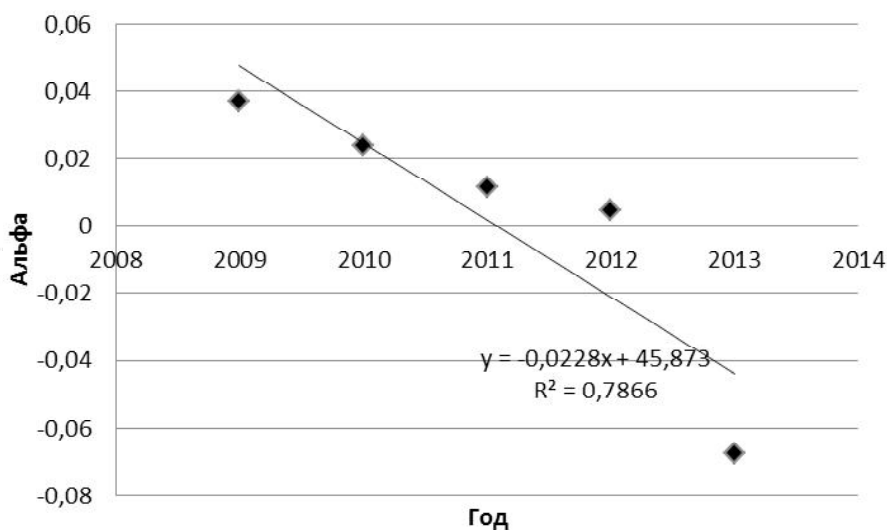
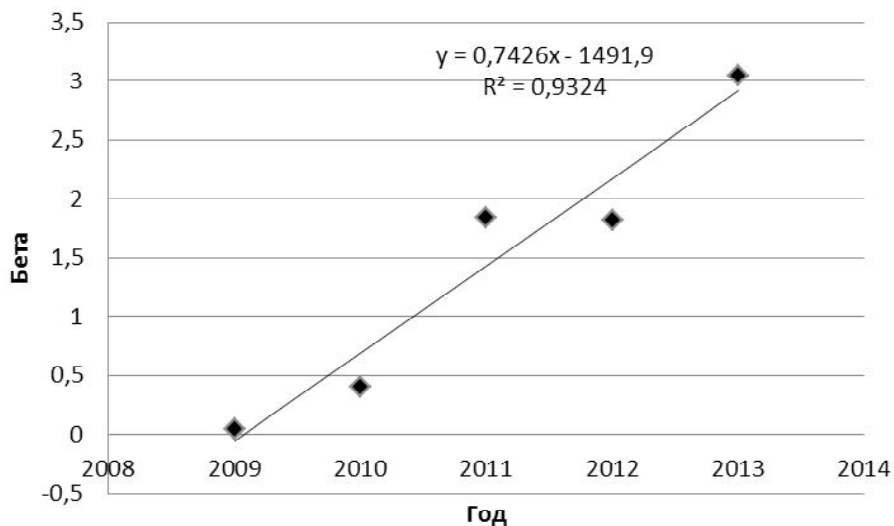
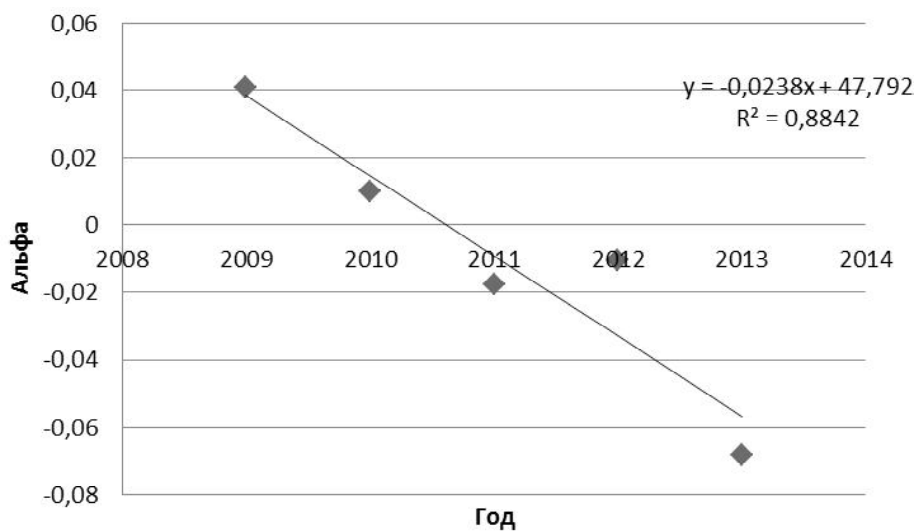
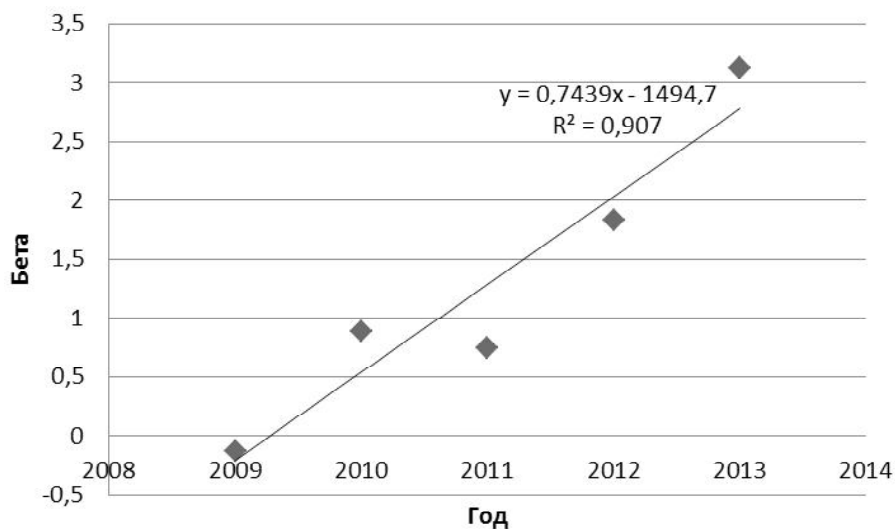


Рис. 4. Оценка  $\hat{\alpha}$  для серебра в зависимости от времени

Рис. 5. Оценка  $\hat{\beta}$  для серебра в зависимости от времениРис. 6. Оценка  $\hat{\alpha}$  для платины в зависимости от времениРис. 7. Оценка  $\hat{\beta}$  для платины в зависимости от времени

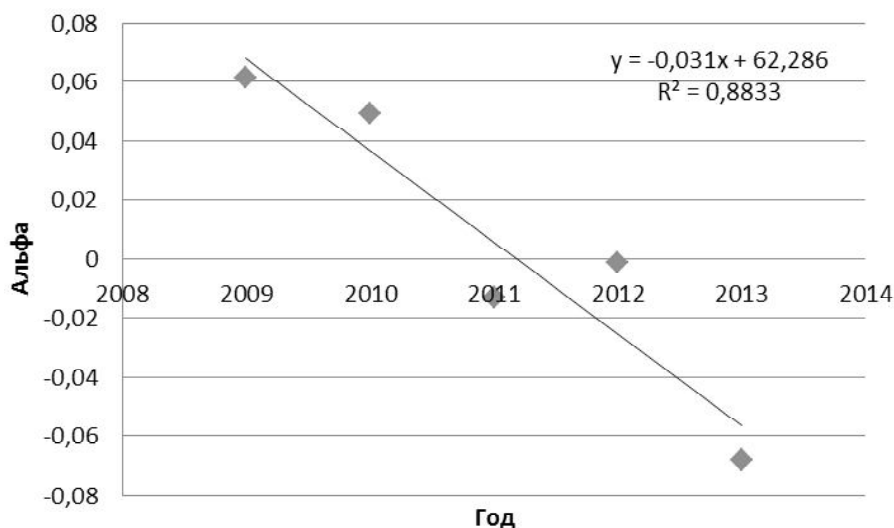


Рис. 8. Оценка  $\hat{\alpha}$  для палладия в зависимости от времени

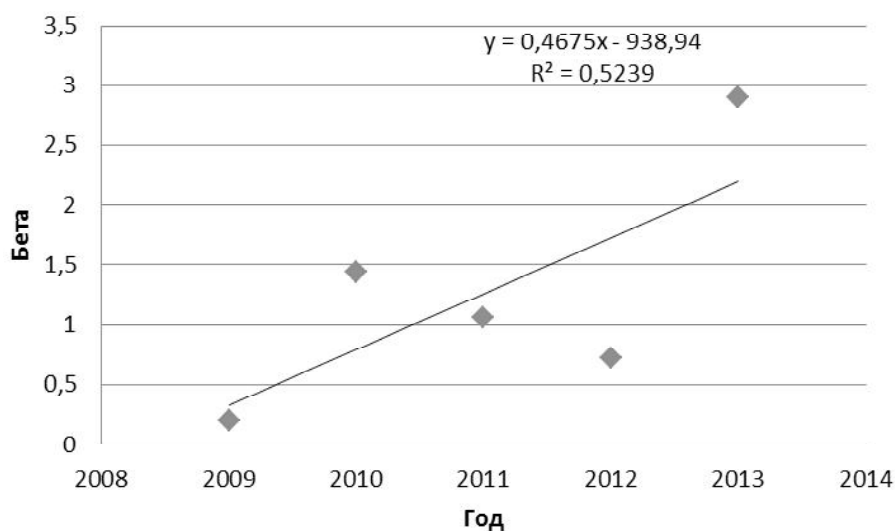


Рис. 9. Оценка  $\hat{\beta}$  для палладия в зависимости от времени

Как следует из зависимости коэффициента альфа от времени серебро, как и золото, оставалось недооцененным до начала 2011 г. (см. рис. 4).

Серебро представляло интерес для консервативно настроенных инвесторов до начала 2011 г., а затем стало приобретать существенное значение для спекуляций (см. рис. 5).

Платина являлась недооцененной до III квартала 2010 г., что показывает рис. 6.

С I квартала 2009 г. и до III квартала 2010 г. инвестиции в платину имели умеренную чувствительность к колебаниям доходности фондового рынка, а затем стали спекулятивными (рис. 7).

Аналогично развивалась ситуация, связанная с инвестициями в палладий, что нашло отражение на рис. 8, 9.

Таким образом, в статье разработан и проверен на фактических данных аналитический метод идентификации тенденций для рынка драгоценных металлов.

<sup>1</sup> Шарп У., Александер Г., Бейли Дж. Инвестиции. М., 2001.

<sup>2</sup> Там же.

<sup>3</sup> Данные экспортированы с сайта [www.finam.ru](http://www.finam.ru).

Поступила в редакцию 06.11.2013 г.