

УДК 338.532:622.323

### ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КРИЗИСНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА МИРОВОМ РЫНКЕ ЦЕН НА НЕФТЬ И ГАЗ НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА

**В.А.ЛЕБЕДЕВ**, канд. техн. наук, профессор, [lebedev\\_va@spmi.ru](mailto:lebedev_va@spmi.ru)

**Б.И.СПЕСИВЦЕВ**, канд. техн. наук, доцент, [bspes1@gmail.com](mailto:bspes1@gmail.com)

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург, Россия*

Статья посвящена поиску формального признака наступления кризисных явлений в мировой экономике, связанных с финансовым и нефтегазовым рынками. В данной работе для прогнозирования кризисных явлений на финансовом рынке и, как следствие, на рынке топлива используется теория «Джокеров и Русел». В соответствии с теорией рынок разбивается на предсказуемые и непредсказуемые периоды. Для анализа временных рядов котировок валют и цен на нефть и газ используются методы корреляционного анализа. В работе построены временные зависимости годовых коэффициентов корреляции Пирсона между рядами котировок ведущих мировых валют с 1999 по 2013 г. Сильная корреляция между ценами на нефть и курсом доллара позволяет сделать предположение о возможности определения кризисных явлений на рынке нефти, а сильная связь между ценами на нефть и газ – и на рынке сжиженного газа. По результатам корреляционного анализа определяется период Джокера, при этом общепринятый период кризиса входит в него с некоторым запаздыванием.

Таким образом, фактически мировой кризис начинается раньше общепринятого срока и определяется периодом Джокера.

**Ключевые слова:** цены на нефть и газ; временные ряды котировок валют и цен на нефть и газ; теория «Джокеров и Русел»; иерархический кластерный анализ; коэффициент корреляции; прогнозирование кризисов.

Поскольку на причины возникновения финансового кризиса 2008 г. нет единой точки зрения [1, 3, 5, 6, 10, 11], мы постарались разработать такой подход, который опирался бы на объективную информацию. В данном случае это временные ряды котировок валют, нефти и сжиженного газа.

Очевидно, что мировая экономика представляет собой очень сложную многопараметрическую систему, в которой одновременно действуют противоположные тенденции. Для описания такой системы подходит теория «Джокеров и Русел», предложенная в работе [7]. В соответствии с этой теорией существуют такие периоды времени, когда сложные системы ведут себя предсказуемым образом (Русла) и для их описания требуется небольшое число параметров. Периоды непредсказуемого поведения системы называются Джокерами.

Основной проблемой использования предлагаемого аппарата (теории «Русел и Джокеров») является определение математических конструкций, которые позволили бы определять периоды Джокеров и Русел. Выход из создавшегося положения видится в использова-

нии подходов, разработанных в квантовой физике для описания статистических и вероятностных явлений. Например, для описания рассеяния электронов на дифракционной решетке используются абстрактные математические конструкции, такие как волновая функция. При этом экспериментально определяется не сама волновая функция, а ее квадрат как вероятность нахождения частицы в данной точке пространства [2].

Следуя такому подходу, можно попытаться найти соответствующие математические конструкции и для описания периода кризиса мировой финансовой системы.

При этом был ясен временной период, в течение которого эта конструкция должна значительно меняться. Это 3-4 года, так как считается, что мировой кризис продолжался с 2008 по 2011 г.

В качестве такой конструкции были предложены временные ряды годовых парных коэффициентов корреляции Пирсона между основными мировыми валютами, к которым далее был применен аппарат иерархического кластерного анализа [8].

В общем случае, сам по себе факт корреляционной зависимости между рядами котировок не дает основания утверждать, что один из них предшествует или является причиной изменений другого. Кроме того, они вообще могут быть причинно не связаны между собой, а зависеть от действия третьего фактора. Однако можно пытаться выявить структуру взаимосвязи между этими рядами и на основании этой структуры делать заключение о поведении финансовой системы [4]. Поэтому в нашем случае для анализа временного развития мировой экономики в первую очередь важно взаимное расположение полученных рядов годовых парных коэффициентов корреляции котировок мировых валют.

На первом этапе строятся временные зависимости годовых коэффициентов корреляции между рядами котировок ведущих мировых валют с 1998 по 2013 г.

При этом анализировались годовые временные ряды котировок валют (японская иена, доллар США, евро, британский фунт, швейцарский франк, китайский юань) по отношению к рублю, взятые на сайте Центрального банка РФ [13] (рис.1, а) и на сайте Центрально-Европейского банка [14] (рис.1, б). Парные коэффициенты корреляции этих рядов по отношению к доллару США рассчитывались по формуле Пирсона:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \bar{y})^2}},$$

где  $x_i$  – значение динамического ряда (например, USD/RUR) от  $i = 1$  до  $n = 250$ ;  $\bar{x}$  – среднее арифметическое из значений первого динамического ряда;  $y_i$  – значение второго динамического ряда (например, EURO/RUR)  $\bar{y}$  – среднее арифметическое из значений второго временного ряда.

В соответствии с математической конструкцией коэффициент корреляции колеблется между  $-1$  и  $+1$ .

На рис.1 показаны временные зависимости годовых коэффициентов корреляции основных мировых валют за указанный период, при этом каждая точка ряда содержит результат обработки примерно 500 котировок в двух временных рядах соответствующих валют. За период с 1998 по 2013 г. каждая кривая содержит результат обработки 3750 котировок. Такое сжатие информации аналогично переходу от мелкого масштаба к более крупному во фрактальном анализе [7], что делает более наглядным основные тенденции в изучаемой системе.

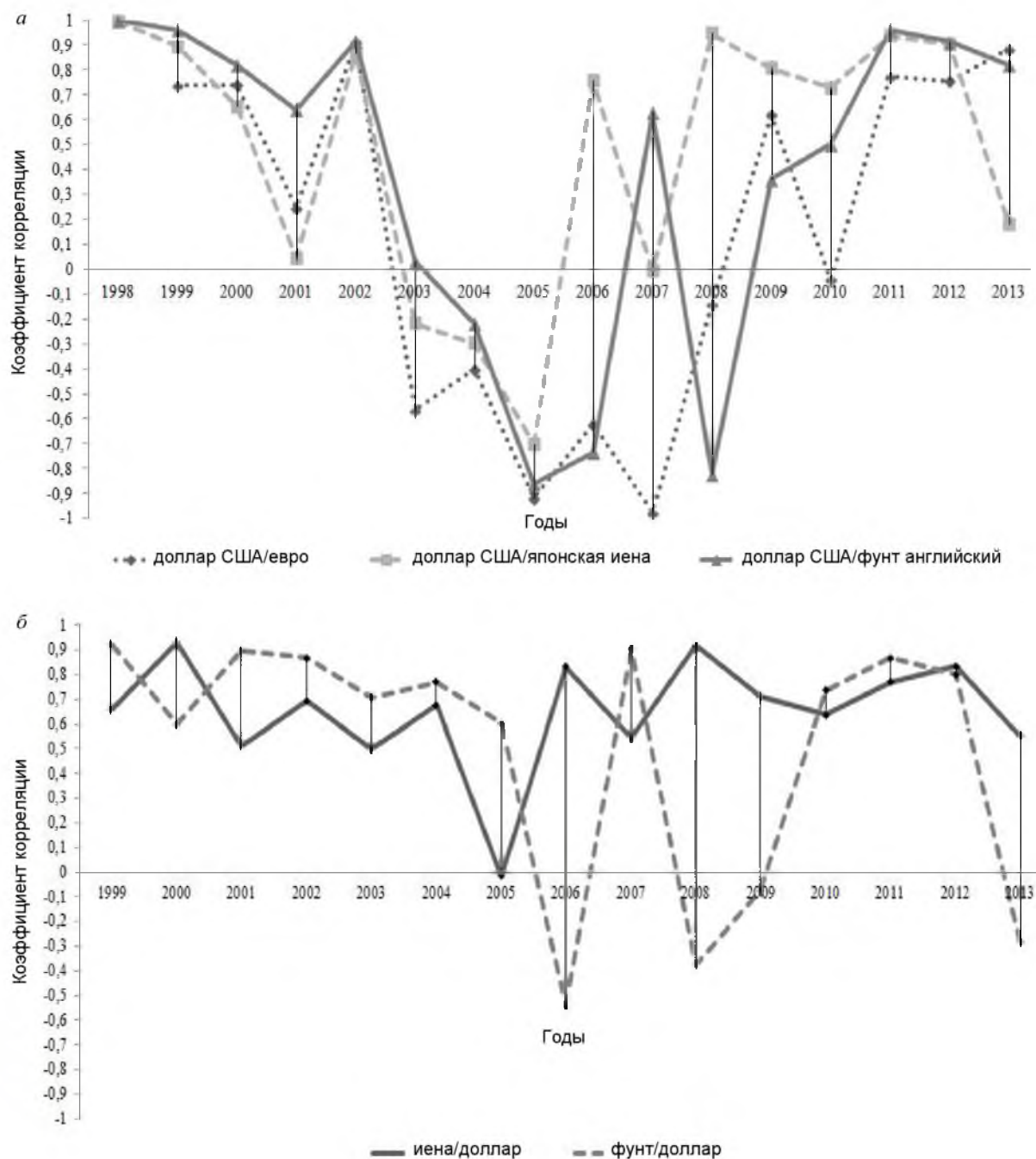


Рис. 1. Временная зависимость годовых коэффициентов корреляции между рядами котировок ведущих мировых валют по данным Центрального банка РФ (а) и Центрально-Европейского банка (б)

Полученные результаты являются хорошей иллюстрацией к теории «Джокеров и Русел» [7]. В соответствии с этой теорией существуют такие периоды времени, когда сложные системы ведут себя предсказуемым образом (Русла) и для их описания требуется небольшое число параметров. На рис. 1 такими отрезками являются периоды с 1999 по 2005 г. и с 2010 по 2012 г. В эти периоды валюты изменяются синхронно. Отрезок с 2006 по 2009 г. показывает непредсказуемый характер изменения валют (Джокер). В это время поведение мировой финансовой системы не может быть спрогнозировано, поскольку на нее влияет большое число противоречивых факторов. На этот период приходится мировой фи-

нансовый кризис (2008-2009 г.). Однако видно (рис.1), что период Джокера начался значительно раньше, примерно с 2006 г.

Период Джокера начинается раньше кризиса на год-полтора и тем самым такое поведение данных временных рядов может предсказывать возможность кризиса. Проверку этого утверждения можно будет сделать при анализе следующего кризиса.

На втором этапе исследования применяется иерархический кластерный анализ для построения дендрограмм по методу дальней связи. При построении матрицы сходства годовые коэффициенты корреляции  $\rho$  были заменены на индексы  $d$  по формуле  $d = (2(1 - \rho))^{0,5}$  [12]. Такая замена позволяет избежать отрицательных величин. По полученным матрицам сходства строятся дендрограммы по методу дальней связи [8], которые позволяют определять максимальные расстояния  $Z_{\max}$  между кластерами.

Таким образом были обработаны ряды годовых котировок валют к рублю за период с 2004 по 2013 г. На основе дендрограмм строится временная зависимость максимального расстояния между кластерами  $Z_{\max}$  (рис.2). Как видно из рисунка, на период Джокера приходится максимум этой зависимости. Увеличение функции  $Z_{\max}$  в 2013 г. может свидетельствовать о начале нового кризисного цикла.

Рассмотрим взаимосвязь нефтяного, газового и финансового рынков. В последние годы цены на мировом рынке на топливо (газ и нефть) сильно коррелируют с курсом доллара, в частности, с валютной парой евро/доллар и Broad Dollar Index.

Это явление объясняется тем, что с 2000 г. нефть начинает играть роль инструмента защиты от обесценивания доллара [9].

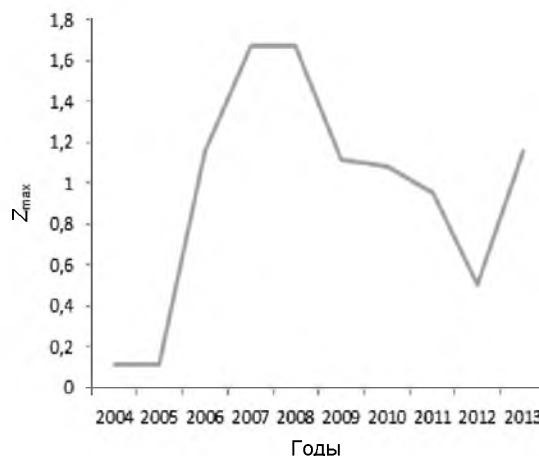


Рис.2. Временная зависимость максимального расстояния между кластерами  $Z_{\max}$  по годам

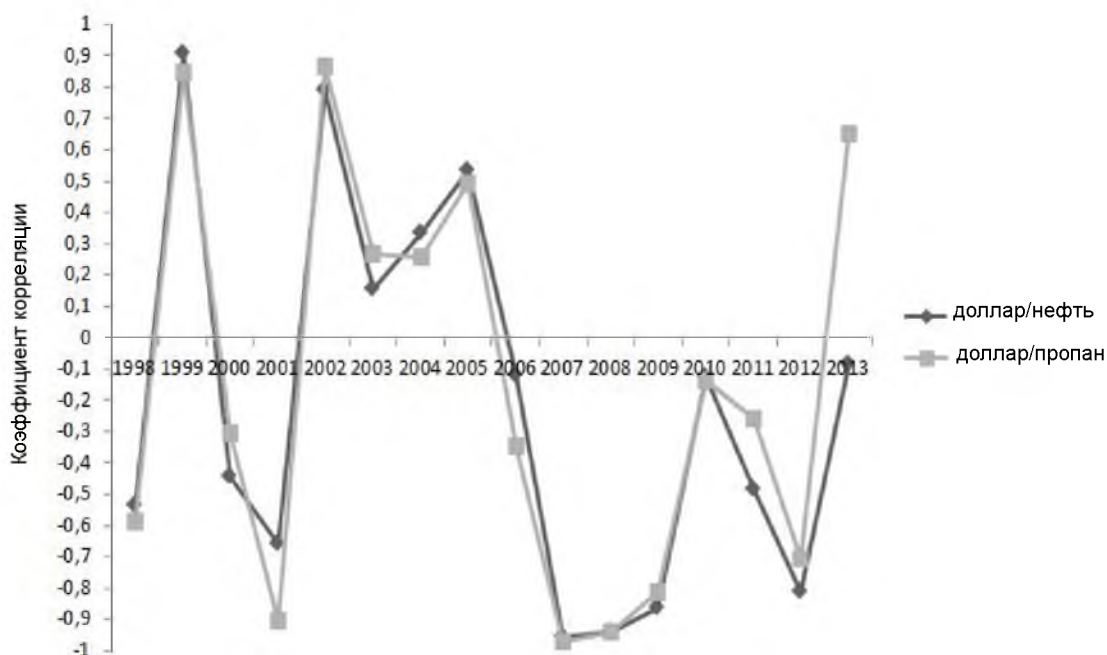


Рис.3. Сравнение временной зависимости годовых парных коэффициентов корреляции долларовой котировки нефти и сжиженного пропана

Такая корреляция открывает новые возможности для прогнозирования ее цены.

На рис.3 показана сильная взаимосвязь между ценами на нефть и сжиженным пропаном. Данные котировок нефти и газа взяты на сайте US Energy Information Administration [15].

Отмеченная в ряде работ сильная корреляция между ценами на нефть и курсом доллара, позволяет сделать предположение о возможности определения кризисных явлений на рынке нефти, а сильная связь между ценами на нефть и газ (рис.3) – и на рынке сжиженного газа.

Сравнение рис.1-3 показало: минимум (рис.3) приходится на период Джокера (рис.1) и максимум на период  $Z_{\max}$  (рис.2). Таким образом, фактически мировой кризис начинается раньше общепринятого срока и определяется периодом Джокера.

## Выводы

1. Временные зависимости годовых коэффициентов корреляции между рядами валют и рядами цен на топливо можно использовать для определения периодов Русел и Джокеров в мировой экономике.

2. Показано, что период финансового кризиса входит в период Джокера на графиках временных зависимостей: годовых парных коэффициентов корреляции мировых валют, максимального расстояния между кластерами  $Z_{\max}$  на дендрограммах, построенных по методу «дальней связи», годовых коэффициентов корреляции котировок нефти и газа по отношению к котировкам доллара в евро.

3. Период Джокера начинается раньше финансового кризиса на год-полтора и тем самым такое поведение валют может предсказывать возможность кризиса.

4. Сильная корреляция между ценами на нефть и курсом доллара позволяет сделать предположение о возможности определения кризисных явлений на рынке нефти, а сильная связь между ценами на нефть и на газ – и на рынке сжиженного газа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аганбегян А.Г. Об особенностях современного мирового финансового кризиса и его последствий для России // Деньги и кредит. 2008. № 12. С.1-9.
2. Бом Д. Квантовая теория. М.: Наука, 1965. 729 с.
3. Вахитов Д.Р. Анализ причин кризиса 2008 года и направления развития экономической ситуации / Режим доступа: [www.tisbi.ru/assets/Site/Science/--2014/2008.pdf](http://www.tisbi.ru/assets/Site/Science/--2014/2008.pdf).
4. Возможность прогнозирования кризисных явлений на мировом рынке цен на нефть и газ / В.С.Дресвянkin, В.А.Лебедев, О.Б.Онопко, Б.И.Спесивцев, И.И.Шубина // Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. «Энергоэффективность энергетического оборудования»; Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». СПб, 2014. 250 с.
5. Глазьев С. От деградации к развитию // Аргументы недели. 2013. № 31. С.12-13.
6. Зомбанакис М.А. Причины и последствия мирового финансового кризиса. М.: Изд-во УРСС, 2009. 32 с.
7. Малинецкий Г.Г. Современные проблемы нелинейной динамики / Г.Г.Малинецкий, А.Б.Потапов. М.: Изд-во УРСС, 2000. 336 с.
8. Многомерный статистический анализ в экономике / Л.А.Сопникова, В.Н.Тамашевич, Г.Уебе, М.Шефер. М.: Юнити-Дана, 1999. 598 с.
9. Молачиев А. Мировые цены на нефть: без стабильности // Нефтегазовая вертикаль. 2011. N 15-16. С.90-94.
10. Цветков В.А. Причины, развитие и последствия экономического кризиса для России // Международная экономика. 2010. № 3. С.5-12.
11. Шаронов В.В. Мировой финансово-экономический кризис: причины и последствия // Ярославский педагогический вестник. 2009. № 2 (59). С.228-232.
12. Bonanao G. Taxonomy of stork market indices / G.Bonanao, N.Vandewalle, R.N.Montegna // Physical review E. 2000. Vol.62. N 6. P.7615-7618.
13. [http://www.cbr.ru/currency\\_base/dynamics.aspx](http://www.cbr.ru/currency_base/dynamics.aspx)
14. <http://onsho.mvrwe.mv2xe33qmexgk5i.nblu.ru/browse.do?node=2018794>
15. [http://www.eia.gov/dnav/pet/pet\\_pri\\_spt\\_s1\\_d.htm](http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm)

## REFERENCES

1. Aganbegyan A.G. Ob osobennostyakh sovremennogo mirovogo finansovogo krizisa i ego posledstviy dlya Rossii (*On the features of today's global financial crisis and its consequences for Russia*). Den'gi i kredit. 2008. Vol. 12, p.1-9.
2. Bom D. Kvantovaya teoriya (*Quantum theory*). Moscow: Nauka, 1965, p.729.
3. Vakhitov D.R. Analiz prichin krizisa 2008 goda i napravleniya razvitiya ekonomicheskoi situatsii (*Analysis of causes of the 2008 crisis and lines of development of the economic situation*). Rezhim dostupa: [www.tisbi.ru/assets/Site/Science/--2014/2008.pdf](http://www.tisbi.ru/assets/Site/Science/--2014/2008.pdf).
4. Dresvyankin V.S., Lebedev V.A., Onopko O.B., Spesivtsev B.I., Shubina I.I. Vozmozhnost' prognozirovaniya krizisnykh yavlenii na mirovom rynke tsen na neft' i gaz (The possibility to predict the oil and gas price crisis in the world market) // Sb. materialov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Energoeffektivnost' energeticheskogo oborudovaniya». St Petersburg, 2014, p.250.
5. Glaz'ev S. Ot degradatsii k razvitiyu (*From degradation to development*). Argumenty nedeli. 2013. N 31, p.12-13.
6. Zombanakis M.A. Prichiny i posledstviya mirovogo finansovogo krizisa (*Causes and consequences of the global financial crisis*) Moscow: Izd-vo URSS, 2009, p.32.
7. Malinetskii G.G., Potapov A.B. Sovremennyye problemy nelineinoi dinamiki (*Modern problems of nonlinear dynamics*). Moscow: Izd-vo URSS, 2000, p.336.
8. Soshnikova L.A., Tamashevich V.N., Uebe G., Shefer M. Mnogomernyi statisticheskii analiz v ekonomike (*Multivariate statistical analysis in Economics*). Moscow: Yuniti-Dana, 1999. p.598.
9. Molachiev A. Mirovye tseny na neft': bez stabil'nosti (*World oil prices: without stability*). Neftegazovaya vertikal'. 2011. N 15-16, p.90-94.
10. Tsvetkov V.A. Prichiny, razvitie i posledstviya ekonomicheskogo krizisa dlya Rossii (*The causes, development and consequences of the economic crisis for Russia*). Mezhdunarodnaya ekonomika. 2010. N 3, p.5-12.
11. Sharonov V.V. Mirovoi finansovo-ekonomicheskii krizis: prichiny i posledstviya (*The global financial and economic crisis: causes and consequences*) Yaroslavskii pedago-gicheskii vestnik. 2009. N 2 (59), p.228-232.
12. Bonanao G., Vandewalle N., Montegna R.N. Taxonomy of stork market indices. Physical review E. 2000. Vol.62. N 6, p.7615-7618.
13. [http://www.cbr.ru/currency\\_base/dynamics.aspx](http://www.cbr.ru/currency_base/dynamics.aspx)
14. <http://onsho.mvrwe.mv2xe33qmexgk5i.nblu.ru/browse.do?node=2018794>
15. [http://www.eia.gov/dnav/pet/pet\\_pri\\_spt\\_s1\\_d.htm](http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm)

---

## THE POSSIBILITY TO PREDICT THE OIL AND GAS PRICE CRISIS IN THE WORLD MARKET ON THE BASIS OF THE CORRELATION ANALYSIS

**V.A.LEBEDEV**, PhD in Engineering Sciences, Professor, [lebedev\\_va@spmi.ru](mailto:lebedev_va@spmi.ru)

**B.I.SPESIVTSEV**, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, [bspes1@gmail.com](mailto:bspes1@gmail.com)

National Mineral Resources University (Mining University), St Petersburg, Russia

The article is devoted to the search for the formal signs of the onset of crisis phenomena in the global economy related to the financial and oil and gas markets. To predict the crisis in the financial market and, as a consequence, the fuel market, the theory of «Jokers and Channels» is used in this paper. In accordance with the theory, the market is divided into predictable and unpredictable periods. Methods of the correlation analysis are used to analyze time series of exchange rates and oil and gas prices. In this paper, the authors construct the time dependence of the annual Pearson correlation coefficients between the ranks of quotes of the world leading currencies over the period from 1999 to 2013. A strong correlation between oil prices and the dollar exchange rate leads to the suggestion of identifying the crisis phenomena in the oil market, and due to the strong link between oil and gas prices, in the liquefied gas market. According to the results of the correlation analysis, the «Joker» period is determined and the conventional period of crisis enters it with some delay.

Thus, based on the research the authors can conclude that, in fact, the global crisis starts earlier than the generally accepted term and is determined by the Joker period.

**Key words:** oil and gas prices; the time series of currency rates and oil and gas prices; theory «Jokers and Channels»; hierarchical cluster analysis; correlation coefficient; prediction of crises.