

УДК 339.9

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МИРОВЫХ ЦЕН НА НЕФТЬ ПО НЕЧИСЛОВОЙ ЭКСПЕРТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

НАЗАРОВА ЮЛИЯ АНДРЕЕВНА,*аспирант кафедры экономической кибернетики, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия***E-mail:** *nazarova.julia.a@gmail.com*

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена составлению агрегированного прогноза мировых цен на нефть с помощью метода рандомизированных сводных показателей (*Aggregated Indices Randomization Method*). Данный метод позволяет проводить многокритериальное оценивание сложных финансово-экономических показателей по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации. Он предполагает оценку вероятностей альтернативных вариантов развития на основе ординальной и интервальной информации посредством двойной рандомизации вероятности наступления альтернативы и весового коэффициента, учитывающего значимость источника прогноза.

В качестве источников экспертных прогнозов взяты прогнозы Министерства экономического развития России, Европейской комиссии, Управления по энергетической информации Министерства энергетики США, отчеты *Barclays Commodities Research* и заявления экспертов международного рейтингового агентства *Fitch Ratings* относительно средней цены на нефть марки *Brent* на 2015 г. В качестве весовых коэффициентов, отражающих значимость каждого из источников информации или «уровень доверия» к каждому из экспертных прогнозов, взята степень соответствия прогнозов аналитиков за 2013 г. действительности, рассчитанная на основе дисперсии ошибки.

Результатом проведенного исследования является определение вероятностей наступления каждого из альтернативных исходов, а именно определение наиболее вероятного диапазона цен на нефть марки *Brent* на 2015 г. Полученная сводная оценка может быть использована для принятия управленческих и инвестиционных решений, а также как основа для прогнозирования других экономических показателей, зависящих от мировых цен на нефть, в том числе нефтегазовых доходов бюджета. Также построенный прогноз дает возможность скорректировать уже составленный Министерством экономического развития прогноз на 2015 г.

Ключевые слова: метод рандомизированных сводных показателей; нечисловая, неточная, неполная экспертная информация; мировые цены на нефть.

WORLD OIL PRICE FORECAST ON BASIS OF EXPERT NON-NUMERIC KNOWLEDGE

YULIYA A. NAZAROVA,*postgraduate student of Department of Economic Cybernetics of Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia***E-mail:** *nazarova.julia.a@gmail.com*

ABSTRACT

This work is devoted to the compilation of aggregate forecast of world oil prices by the Aggregated Indices Randomization Method (AIRM). This method allows conducting the multicriteria evaluation of complex economic and financial indicators on basis of non-numeric, non-exact and non-complete expert information. It assumes an estimation the probability of alternative development options based on the ordinal and interval information by double randomization of alternatives' probabilities, and weight coefficient, which takes into account the importance of the source of the forecast.

As a source of expert information we have taken the Ministry of Economic Development of Russia, the European Commission, the Energy Information Administration US Department of Energy, Barclays Commodities Research reports and statements of experts of international rating agency Fitch Ratings regarding the average price for Brent crude oil for 2015. As the weighting coefficients we have taken the degree of compliance of analysts' forecasts for 2013 to reality calculated based on the error variance.

The result of the study is to determine the probabilities of each of the alternative outcomes and to identify the most likely range of prices for Brent crude oil for 2015. The resulting consolidated assessment can be used to make management and investment decisions and also as a basis for forecasting other economic indicators that depend on world oil prices, including oil and gas revenues. Also, a forecast gives the opportunity to adjust already compiled forecast by the Ministry of economic development for 2015.

Keywords: aggregated indices randomization method; non-numeric, non-exact and non-complete expert knowledge; world oil price.

В настоящее время нефтегазовая отрасль является мощной и конкурентоспособной отраслью страны, а также главным источником налоговых и валютных поступлений в бюджет. Доля нефтегазовых доходов в общем объеме доходов федерального бюджета в 2014 г. составила более 51,9%, в 2015 и в 2016 гг. этот показатель прогнозируется Министерством финансов РФ на уровне 51 и 50,8% соответственно. Экономика России существенным образом зависит от состояния рынков энергоресурсов, поэтому для обеспечения ее эффективного функционирования и стабильного развития необходимы постоянный анализ и прогнозирование основных показателей нефтегазовой отрасли, в том числе и мировых цен на нефть.

История изменения цен на нефть показывает их разнонаправленный и скачкообразный характер, что, в свою очередь, позволяет сделать вывод о затруднительности построения прогнозов, составленных только на основе исторических данных. В связи с этим особое внимание уделяется прогнозам аналитиков, основанным на индивидуальной оценке состояния нефтегазовой отрасли и определяющим направление и диапазон возможных изменений цен на нефть.

Данная работа посвящена составлению агрегированного прогноза мировых цен на нефть на основе предложенных прогнозов аналитиков. В основе построения агрегированного прогноза лежит метод рандомизированных сводных показателей (*Aggregated Indices Randomization Method*), который

позволяет проводить многокритериальное оценивание сложных финансово-экономических показателей по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации. Он предполагает оценку вероятностей альтернативных вариантов развития на основе ординальной и интервальной информации посредством двойной рандомизации вероятности наступления альтернативы и весового коэффициента, учитывающего значимость источника прогноза. Рассмотрим подробнее суть и значение данного метода.

Пусть мы имеем $A_1, \dots, A_r$ возможных альтернатив развития события и m различных источников информации о вероятностях $p_i = P(A_i), i = 1, \dots, r, p_i \geq 0, p_1 + \dots + p_r = 1$ альтернатив $A_1, \dots, A_r$. Из каждого источника мы получаем информацию $I_j, j = 1, \dots, m$, которая может быть представлена в ординальном (нечисловом) и интервальном (неточном) виде. Ординальная информация OI_j содержит сравнительные суждения вида «вероятность альтернативы A_k больше, чем вероятность альтернативы A_l » и «вероятности альтернатив A_s и A_m равны», а интервальная информация II_j указывает диапазоны $[a_i, b_i], 0 \leq a_i \leq b_i \leq 1, i = 1, \dots, r$ возможного варьирования вероятностей $p_1, \dots, p_r$. Так как из источников может поступать информация не обо всех вероятностях $p_1, \dots, p_r$, то информация I_j может носить неполный характер.

Таким образом, нечисловая, неточная и неполная информация $I_j = OI_j \cup II_j$, получаемая из j -го источника, задается системой:

$$I_j = \{p_k > p_l, p_s = p_m; \\ a_n \leq p_n \leq b_n; k, l, s, m, n \in \{1, \dots, r\}\}. \quad (1)$$

Также предполагается наличие ннн-информации J о сравнительной значимости различных источников, определяющей весомость, уровень доверия или надежность полученной из j -го источника информации:

$$J = \{w_t > w_s, w_u = w_v; \\ A_l \leq w_l \leq B_l; t, s, u, v, l \in \{1, \dots, m\}\}, \quad (2)$$

где $w_1, \dots, w_m, w_i \geq 0, w_1 + \dots + w_m = 1$ — весовые коэффициенты, определяющие относительную значимость информации из j -го источника.

Отметим, что учет информации I_j из j -го источника определяет вектор вероятностей $p = (p_1, \dots, p_r)$ с точностью до множества $P(r; I_j)$ всех допустимых с точки зрения j -го источника информации векторов вероятностей. Моделируя неопределенность выбора вектора вероятностей $p = (p_1, \dots, p_r)$ из множества $P(r; I_j)$ при помощи рандомизации этого выбора, мы получим случайный вектор

$$\tilde{p}(I_j) = (\tilde{p}_1(I_j), \dots, \tilde{p}_r(I_j)), \\ \tilde{p}_i(I_j) \geq 0, \tilde{p}_1(I_j) + \dots + \tilde{p}_r(I_j) = 1, \quad (3)$$

равномерно распределенный на множестве $P(r; I_j)$, компоненты которого представляют собой рандомизированную оценку соответствующей вероятности альтернативы по информации из j -го источника.

В соответствии с методом наименьших квадратов математическое ожидание $\bar{p}_i(I_j) = M\tilde{p}_i(I_j)$ случайной величины $\tilde{p}_i(I_j)$ будет являться усредненной оценкой вероятности альтернативы A_j , рассчитанной на основе I_j информации из j -го источника, а стандартное отклонение $sp_i(I_j) = \sqrt{D\tilde{p}_i(I_j)}$ — точностью полученной оценки.

Учет ннн-информации J о сравнительной значимости источников определяет вектор весовых коэффициентов $w = (w_1, \dots, w_r)$ с точностью до множества $W(m; J)$ всех возможных векторов. Моделируя неопределенность выбора вектора весовых коэффициентов из

множества $W(m; J)$ при помощи рандомизации этого выбора, мы получаем случайный вектор $\tilde{w} = (\tilde{w}_1(J), \dots, \tilde{w}_m(J))$, равномерно распределенный на множестве $W(m; J)$. Математическое ожидание $\bar{w}_j(J)$ рандомизированного весового коэффициента $\tilde{w}_j(J)$ представляет собой усредненную оценку значимости j -го источника, а стандартное отклонение $sw_j(J)$ служит мерой точности полученной оценки.

Таким образом, имея рандомизированную многокритериальную оценку вероятностей альтернатив и рандомизированный вектор весовых коэффициентов, можно построить дважды рандомизированную сводную оценку:

$$\tilde{\tilde{p}}_i(I, J) = \sum_{j=1}^m \tilde{p}_i(I_j) \tilde{w}_j(J). \quad (4)$$

Полученный показатель представляет собой оценку вероятности альтернативы A_i , построенную путем взвешенного случайного агрегирования $\tilde{p}_i(I_j)$ и $\tilde{w}_j(J)$ с учетом всей информации $(I; J) = (I_1, \dots, I_m; J)$.

Так как случайные величины $\tilde{p}_i(I_j)$ и $\tilde{w}_j(J)$ являются независимыми, можно найти математическое ожидание, дисперсию и стандартное отклонение дважды рандомизированной оценки $\tilde{\tilde{p}}_i(I, J)$ по следующим формулам:

$$\bar{\tilde{\tilde{p}}}(I, J) = M\tilde{\tilde{p}}_i(I, J) = \\ = \sum_{j=1}^m \bar{p}_i(I_j) \bar{w}_j(J); \quad (5)$$

$$s^2 \tilde{\tilde{p}}_i(I, J) = D\tilde{\tilde{p}}_i(I, J) = \\ = \sum_{j,k=1}^m \bar{p}_i(I_j) \bar{p}_i(I_k) cw(j, k; J) + \\ + \sum_{j=1}^m [\bar{w}_j^2(J) + sw_j^2(J)] sp_i^2(I_j) \quad (6)$$

$$sp_i(I, J) = \sqrt{D\tilde{\tilde{p}}_i(I, J)}. \quad (7)$$

Таким образом, окончательная сводная оценка вероятностей каждой из альтернатив будет представлена в виде

$$\bar{\tilde{\tilde{p}}}_1(I, J) \pm sp_1(I, J), \dots, \bar{\tilde{\tilde{p}}}_r(I, J) \pm sp_r(I, J) \quad (8)$$

Рассмотрим применение данного метода для составления агрегированного прогноза

средней цены на нефть марки *Brent* на 2015 г. В качестве источников экспертных прогнозов взяты прогнозы Министерства экономического развития России, Европейской комиссии, Управления по энергетической информации Министерства энергетики США, отчеты *Barclays Commodities Research* и заявления экспертов международного рейтингового агентства *Fitch Ratings* (табл. 1).

Как показывает практика, маловероятно, что реальное среднее значение цены на нефть будет соответствовать точным значениям прогнозов аналитиков, поэтому мы предположили, что экспертные прогнозы могут ошибаться на 5% и в соответствии с этим рассчитали диапазоны цен с минимальными и максимальными значениями прогнозов, представленные в табл. 2.

В соответствии с полученными значениями выделим три альтернативных варианта изменения средней цены на нефть в 2015 г. в виде следующих диапазонов:

A_1 — цена на нефть примет значение от 40 до 47 долл. /барр.;

A_2 — от 47 до 54 долл. /барр.;

A_3 — от 54 до 61 долл. /барр.

Рассчитаем вероятности попадания интервальных прогнозов экспертов в указанные

диапазоны, тем самым определив ординальную (нечисловую) информацию, полученную из каждого источника относительно вероятностей альтернатив (табл. 3).

Таким образом, мы получаем информацию вида:

$$I_1 = \{p_2 > p_3 > p_1\},$$

$$I_2 = \{p_3 > p_2 > p_1\},$$

$$I_3 = \{p_3 > p_2, p_3 > p_1\},$$

$$I_4 = \{p_1 > p_2, p_1 > p_3\},$$

$$I_5 = \{p_3 > p_2 > p_1\}.$$

Для определения нечисловой информации, отражающей уровень доверия к каждому из экспертных прогнозов, определим степень соответствия прогнозов данных источников относительно средней цены на нефть марки *Brent* на 2014 г. реальным значениям средней цены. В табл. 4 приведены прогнозные и реальные значения средней цены на нефть марки *Brent* в 2014 г. (для Минэкономразвития взяты прогноз и реальное значение марки *Urals*). Учитывая тот факт, что чем больше значение модуля отклонения, тем в меньшей степени прогноз соответствует действительности (а значит, меньше уровень доверия к

Таблица 1

Источники прогноза и прогнозные значения цен на нефть марки *Brent* на 2015 и 2016 гг.

Источник прогноза	Прогноз цены на нефть марки <i>Brent</i> на 2015 г., долл. /барр.	Документ и дата прогноза
Еврокомиссия	53	<i>Economic Forecast – Winter 2015</i> (январь 2015 г.)
Минэкономразвития	50–60	Прогноз социально-экономического развития России на 2015 г. (январь 2015 г.)
Управление по энергетической информации (EIA) Минэнерго США	58	<i>Short-Term Energy Outlook</i> (10.02.2015)
<i>Barclays Commodities Research</i>	44	www.barclays.com (28.01. 2015)
<i>Fitch Ratings</i>	55	www.fitchratings.com (23.01.2015)

Таблица 2

Диапазоны значений прогнозов экспертов с учетом 5%-ной ошибки, долл./барр.

Источник прогноза	Прогноз цены на нефть на 2015 г.	
	минимальное значение	максимальное значение
Еврокомиссия	50,35	55,65
Минэкономразвития	50,0	60,0
Управление по энергетической информации (EIA) Минэнерго США	55,1	60,9
<i>Barclays Commodities Research</i>	41,8	46,2
<i>Fitch Ratings</i>	52,25	57,75

Таблица 3

Ординальная информация относительно вероятностей альтернатив

Источник Вероятность альтернативы	Еврокомиссия	Минэкономразвития	Управление по энергетической информации (EIA) Минэнерго США	<i>Barclays Commodities Research</i>	<i>Fitch Ratings</i>
p1	0	0	0	1	0
p2	0,69	0,4	0	0	0,32
p3	0,31	0,6	1	0	0,68
Вывод	$p_2 > p_3 > p_1$	$p_3 > p_2 > p_1$	$p_3 > p_2, p_3 > p_1$	$p_1 > p_2, p_1 > p_3$	$p_3 > p_2 > p_1$

данном источнику), получим следующую ннн-информацию относительно сравнительной значимости источников:

$$J = \{w_5 > w_3 > w_2 > w_1 > w_4\}$$

Введя в программный модуль *APIS*, разработанный в Санкт-Петербургском государственном университете группой исследователей под руководством Н. В. Хованова на основе метода рандомизированных сводных показателей, ннн-информацию вида $(I; J) = (I_1, \dots, I_5; J)$ и выбрав шаг отсчета $h = 0,01$ вероятностей p_1, p_2, p_3 и весовых коэффициентов $w_1, \dots, w_5$, получим искомые дважды рандомизированные оценки вероятностей альтернатив:

$$\bar{p}_1(I; J) \pm sp_1(I, J) = 0,146 \pm 0,016,$$

$$\bar{p}_2(I; J) \pm sp_2(I, J) = 0,282 \pm 0,016,$$

$$\bar{p}_3(I; J) \pm sp_3(I, J) = 0,572 \pm 0,025.$$

Для того чтобы теперь определить среднее значение цены $\tilde{x}$, учитывающее вероятности наступления каждой альтернативы, воспользуемся формулой нахождения математического ожидания, дисперсии и стандартного отклонения случайной величины:

$$\begin{aligned} \bar{x}(I; J) = M\tilde{x}(I; J) &= \frac{d_0 + d_1}{2} \bar{p}_1(I; J) + \\ &+ \frac{d_1 + d_2}{2} \bar{p}_2(I; J) + \frac{d_2 + d_3}{2} \bar{p}_3(I; J) \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} s^2 x(I; J) = D\tilde{x}(I; J) &= \left(\frac{d_0 + d_1}{2} - \bar{x}\right)^2 \bar{p}_1(I; J) + \\ &+ \left(\frac{d_1 + d_2}{2} - \bar{x}\right)^2 \bar{p}_2(I; J) + \left(\frac{d_2 + d_3}{2} - \bar{x}\right)^2 \bar{p}_3(I; J) \\ sx(I; J) &= \sqrt{D\tilde{x}(I; J)} \end{aligned} \quad (10)$$

где d_0, d_1, d_2, d_3 — граничные точки диапазонов цен для альтернатив A_1, A_2, A_3 .

Таблица 4

Прогнозные и реальные значения средней цены на нефть в 2014 г., долл./барр.

Источник прогноза	Прогнозное значение	Реальное значение	Модуль отклонения
Еврокомиссия	105,8	99,29	6,51
Минэкономразвития	101,0	97,6	3,4
Управление по энергетической информации (EIA) Минэнерго США	101,0	99,29	1,71
<i>Barclays Commodities Research</i>	110,0	99,29	10,71
<i>Fitch</i>	100,0	99,29	0,71

Таким образом, мы получим итоговую оценку значения средней цены на нефть марки *Brent* на 2015 г.:

$$\bar{x}(I;J) \pm sx(I;J) = 53,48 \pm 5,12 \text{ (долл./барр.)}$$

Полученная сводная оценка может быть использована для принятия управленческих и инвестиционных решений, а также как основа для прогнозирования других экономических показателей, зависящих от мировых цен на нефть, в том числе нефтегазовых доходов бюджета. Кроме того, построенный прогноз дает возможность скорректировать уже составленный Министерством экономического развития прогноз на 2015 и 2016 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесников Г.И., Корникова Н.В., Федотов Ю.В., Хованов Н.В. Оценка вероятностей альтернатив развития фондового рынка в условиях дефицита числовой информации // Вестник СПбГУ. 2005. Сер. 10. Вып. 2. С. 151.
2. Овинникова К.Н. Современное состояние нефтегазового комплекса России и

его проблемы // Известия Томского политехнического университета. 2013. Т. 322. № 6.

3. Хованов Н.В. Анализ и синтез показателей при информационном дефиците. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1996. С. 150.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kolesnikov G.I., Kornikova N. In, Fedotov Yu.V., Hovanov N.V. Otsenk of probabilities of alternatives of development of stock market in the conditions of deficiency of numerical information // Messenger of ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY. 2005. It is gray. 10. Vyp. 2. P. 151.
2. Ovinnikova K.N. Current state of an oil and gas complex of Russia and its problem // News of Tomsk polytechnical university. 2013. T. 322. No. 6.
3. Hovanov N.V. The analysis and synthesis of indicators at information deficiency. SPb.: Publishing house of St. Petersburg State University, 1996. P. 150.

Из выступления Президента России В.В. Путина на пленарном заседании Петербургского международного экономического форума

«Если говорить о ценах на энергоносители, от которых, к сожалению, до сих пор значительно зависит наша экономика, то напомним, что средняя цена на нефть марки «Юралс» в 2013 г. была 107,9 доллара, в 2014 – уже 97,6 [доллара] за баррель, а за январь – май текущего года средняя цена составила 56 долларов за баррель. По оценке Росстата, в первом квартале этого года ВВП России сократился на 2,2% к соответствующему периоду 2014 г., а промышленное производство в январе – апреле сократилось на 1,5%. Но что хотел бы отметить: еще в конце прошлого года нам предрекали, и вы это хорошо знаете, глубокий кризис. Этого не произошло, мы стабилизировали ситуацию, погасили негативные колебания конъюнктуры и уверенно проходим через полосу трудностей, прежде всего потому, что экономика России накопила достаточный запас внутренней прочности».

Источник: <http://kremlin.ru/events/president/news>