



Фоменко А.С.

Fomenko A.S.

аспирант, Донецкий национальный университет
г. Донецк, Украина

УДК 338.27

DOI: 10.17122/2541-8904-2019-3-29-70-77

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ВЕРТИКАЛЬНО ИНТЕГРИРОВАННОЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ КОМПАНИИ

В статье рассматриваются теоретические и практические вопросы применения авторегрессионной модели прогнозирования стратегических показателей на примере вертикально интегрированной нефтегазовой компании (ВИНК) «Роснефть». Для анализа эффективности конечного результата деятельности ПАО «НК «Роснефть» был оценен показатель объема реализованной продукции за 2000-2018 гг. и сделан прогноз на 2019 г. В представленной модели учитывались также показатели непроизводственных расходов компании, инвестиций в производство и чистого экспорта, которые впоследствии были собраны в систему уравнений.

На основе применения экономико-математической модели прогнозирования стратегических показателей развития ПАО «НК «Роснефть» был сделан прогноз на наиболее неблагоприятные для компании годы, а именно на 2015-2018 гг. и сопоставлен с уже имеющимися фактическими значениями. Таким образом была подтверждена значимость модели и ее достоверность и сделан прогноз объема реализованной продукции на 2019 г., который составил 9572,6 млрд руб. Небольшой процент относительного отклонения объясняется резкими скачками показателя объема реализованной продукции на протяжении с 2000 по 2014 гг., а также значительным влиянием рисков внешней и внутренней среды функционирования компании. В целом, не смотря на ограничения работы внешнего характера, компания показывает рост. Прогнозные значения объема реализованной продукции за 2016-2018 гг. немного ниже фактических. Это говорит об эффективности управления стратегией развития.

Применение авторегрессионной модели прогнозирования имеет важное значение в управлении стратегией развития ВИНК, так как в мировом использовании энергоносителей на нефть приходится наиболее крупная доля, а именно 31 %. Так, для обеспечения экономической безопасности, оценки рисков и дальнейшего развития в условиях глобализации и конкуренции необходим учет не только фактических результатов стратегических показателей, но и их прогнозных значений.

Практическая значимость и новизна работы заключается в том, что на основании комплексной оценки важнейших стратегических показателей и анализа результатов сделаны выводы, которые позволят повысить эффективность управленческой деятельности вертикально интегрированных нефтегазовых компаний, в частности, при совершенствовании системы управления стратегией развития, при прогнозировании возможных неопределенных ситуаций и разработке эффективных решений, а также могут быть полезными в дальнейших научных исследованиях.

Ключевые слова: прогноз, стратегия, авторегрессионная модель, развитие, реализованная продукция, непроизводственные расходы, инвестиции, экспорт, импорт, управление стратегией развития.

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL OF FORECASTING OF STRATEGIC INDICATORS OF DEVELOPMENT OF VERTICALLY INTEGRATED OIL AND GAS COMPANY

In article theoretical and practical questions of application of autoregression model of forecasting of strategic indicators on the example of the Rosneft vertically integrated oil and gas company (VIOGC) were considered. For the analysis of efficiency of the end result of activity of PJSC Rosneft the indicator of volume of the sold products for 2000-2018 was estimated and the forecast for 2019 is made. In the presented model also indicators of non-productive expenses of the Company, investments into production and net export which in a consequence were collected in the system of the equations were considered.

On the basis of application of economic-mathematical model of forecasting of strategic indicators of development of PJSC Rosneft the forecast for the most adverse years for the Company, namely for 2015-2018 was made, and compared with already available actual values. Thus the importance of model and its reliability was confirmed and the forecast of volume of the sold products for 2019 which made 9572, 6 billion rubles is made. The small percent of a relative deviation is explained by sharp jumps of an indicator of volume of the sold products an extent from 2000 to 2014 and also considerable influence of risks of external and internal environment of functioning of the Company. In general, despite restrictions of work of PJSC Rosneft of external character, the Company shows growth. Expected values of volume of the sold products for 2016-2018 are a little lower than actual. It says about effective management of the development strategy.

Application of autoregression model of forecasting is important in management of the development strategy VINK as in world use of energy carriers, the largest share, namely 31 % is the share of oil. So, account not only the actual results of strategic indicators, but also their expected values is necessary for ensuring economic security, risk assessment and further development in the conditions of globalization and the competition.

The practical importance and novelty of work is that on the basis of assessment and the analysis of results conclusions which can be used in administrative activity by vertically integrated oil and gas companies, in particular, at improvement of a control system of the development strategy are drawn, in the analysis of possible uncertain situations and development of effective solutions and also to be useful in further scientific research.

Key words: the forecast, strategy, autoregression model, development, the sold products, non-productive expenses, investments, export, import, management of the development strategy.

При управлении стратегией развития, наряду с оценкой влияния различных факторов на деятельность ПАО «НК «Роснефть» и эффективность управленческих решений, важен анализ стратегических показателей компании в динамике и расчет их прогнозного результата. Основными показателями функционирования ПАО «НК «Роснефть» являются данные:

- об объеме реализованной продукции;
- непроизводственных расходах компании;
- инвестициях в производство;

– экспорте и импорте нефти, газа и нефтепродуктов.

При составлении прогнозного результата необходимо учитывать, что время является дискретной переменной с шагом в один год. Перечисленные стратегические показатели могут зависеть не только от показателей текущего года, но и от характеристик предыдущих лет. В эконометрике для таких случаев используют термин «лаг». Так, лагированные переменные – это те переменные, которые взяты в предыдущие моменты времени, при которых модели называют авторегрессионными [1]. Авторегрессионная модель обу-

словлена явлением, когда эндогенная (зависимая) переменная с запозданием реагирует на изменения экзогенных переменных, влияющих на значение эндогенной переменной. Эндогенные переменные определяются внутри экономической системы [2].

Объем реализованной продукции является важнейшим показателем, отражающим результат операционной и организационной деятельности компании. Динамика объема реализованной продукции ПАО «НК «Роснефть» за 19 лет представлена на рисунке 1.

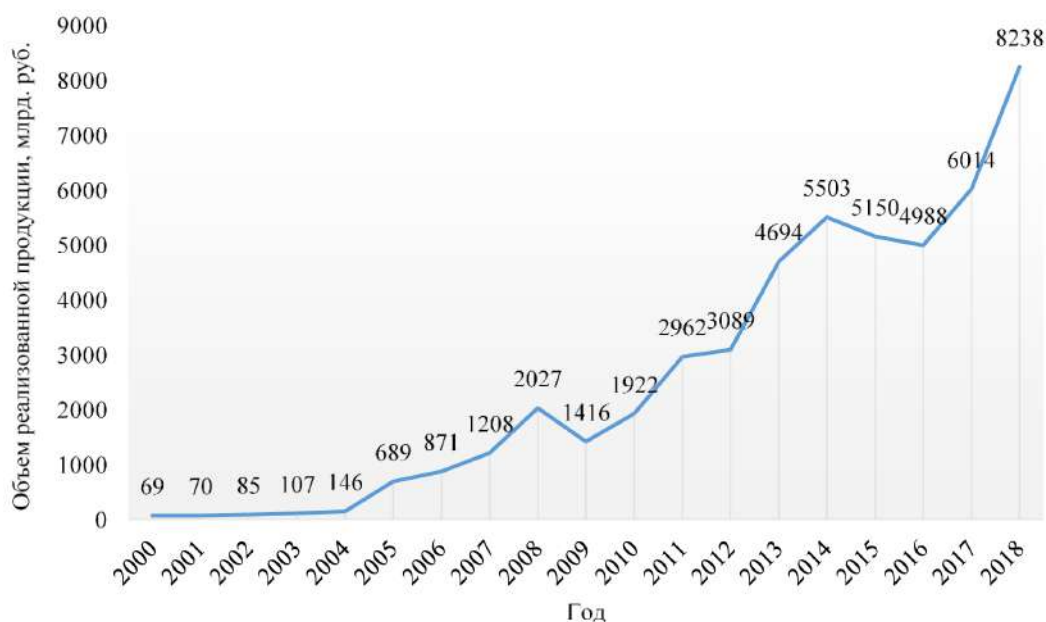


Рисунок 1. Динамика объема реализованной продукции ПАО «НК «Роснефть» с 2000 по 2018 гг.

Из рисунка 1 видно, что на протяжении 19 лет объем реализованной продукции постоянно увеличивался, за исключением 2009, 2015 и 2016 гг., и составил 8238 млрд руб. в 2018 г. Снижение объема реализованной продукции можно объяснить кризисом в экономике и неблагоприятной ситуацией, связанной с ведением санкционной политики.

Объем реализованной продукции следующего года формируется в текущем, поэтому при получении достоверного прогноза о будущем объеме реализованной продукции ПАО «НК «Роснефть» имеет возможность спланировать производство (объем добычи и переработки нефти, газа и нефтепродуктов; величину запасов и бункеровки) и учесть возможные риски. Применим авторегрессионную модель прогнозирования [3-6] и введём следующие обозначения:

t ($t \in T=1$) – номер года;

Y_t – объем реализованной продукции;

C_t – производственные расходы компании;

I_t – инвестиции в производство;

M_t – сальдо внешней торговли (разность между экспортом и импортом);

ε_t – случайное отклонение, характеризующее риски влияния на деятельность компании факторов внешней и внутренней среды, а именно: риски институциональной среды, производственные, технологические, инвестиционные, торговые, финансовые, инновационные и имущественные.

Эконометрическая модель имеет вид:

$$Y_t = C_t + I_t + M_t + \varepsilon_t. \quad (1)$$

Допустим, что производственные расходы компании следующего года C_{t+1} и объем реализованной продукции текущего года Y_t связаны моделью распределённых лагов:

$$C_{t+1} = a + b + Y_t + u_t. \quad (2)$$

В модели (2) максимальный лаг равняется одному году. Неизвестные параметры a и b могут быть оценены методом наименьших квадратов (МНК), а u_t – случайное отклонение, характеризующее риски, связанные с

внутрифирменными угрозами и непроизводительной деятельностью компании.

Детерминированную модель Самуэльсона – Хикса [7] преобразуем в стохастическую:

$$I_{t+1} = I + r \cdot (Y_t - Y_{t-1}) + v_t. \quad (3)$$

Уравнение (3) является эконометрической моделью с максимальным лагом в два года. Данная модель предполагает, что инвестиции будущего года I_{t+1} зависят от прироста объема реализованной продукции текущего года по сравнению с прошлым годом, т.е. от разности $Y_t - Y_{t-1}$. Случайное отклонение v_t отражает риски институциональной среды, производственные, технологические, инвестиционные, торговые, финансовые, инновационные, а также имущественные риски ПАО «НК «Роснефть».

Числовые параметры модели r и I оценивают с помощью метода наименьших квадратов. Выборочный коэффициент регрессии r является показателем акселерации (ускорения). Свободный член I из эконометрического уравнения (3) условно можно называть постоянной составляющей инвестиций. Из массива данных следует исключить временные периоды, в которых изменение объема реализованной продукции было отрицательным или равнялось нулю. Данный шаг обусловлен тем, что под показателем r понимают ускорение экономических процессов. Аналогично модели (2) предположим, что объём внешней торговли следующего года M_{t+1} связан моделью распределённых лагов первого порядка с объемом реализованной продукции текущего года Y_t :

$$M_{t+1} = p + q \cdot Y_t + w_t. \quad (4)$$

Наличие случайного отклонения w_t в уравнении (4), характеризующего торговые риски компании, предполагает возможность использования МНК для оценивания неизвестных параметров p и q . Соберём уравнения (1) – (4) в систему:

$$\begin{cases} Y_{t+1} = C_{t+1} + I_{t+1} + M_{t+1} + \varepsilon_{t+1}; \\ C_{t+1} = a + b + Y_t + u_t; \\ I_{t+1} = I + r \cdot (Y_t - Y_{t-1}) + v_t; \\ M_{t+1} = p + q \cdot Y_t + w_t. \end{cases} \quad (5)$$

В системе уравнений (5) главным является первое уравнение. Подставим соответствующи-

е переменные из второго, третьего и четвертого уравнений в первое:

$$Y_{t+1} = a + b + Y_t + I + r \cdot (Y_t - Y_{t-1}) + p + q \cdot Y_t + \varepsilon_{t+1}. \quad (6)$$

Уравнение (6) по своему типу является авторегрессионной моделью распределённых лагов. Максимальный лаг составляет два года, т.к. $t+1-(t-1)=2$.

Также отметим, что случайное отклонение ε_{t+1} , отражающее риски в среде функционирования компании, аккумулирует в себе отклонения из моделей (2), (3) и (4).

При анализе временных рядов необходимо учитывать статистическую зависимость наблюдений в последовательные моменты времени. Это явление называют авторегрессией [8]. Таким образом, одно из предположений знаменитой теоремы Гаусса – Маркова [9] о некоррелированности отклонений $\varepsilon_t (t = \overline{1, T})$ не выполняется.

Применение обычного метода наименьших квадратов при наличии авторегрессии даёт несмещённые и состоятельные (т.е. надёжные) оценки параметров [10]. Так как оценка дисперсии смещена вниз, метод наименьших квадратов (МНК) показывает более оптимистичный результат, чем есть на самом деле [11]. Перепишем модель (6) в следующем виде:

$$Y_{t+1} = (b + r + q) \cdot Y_t - r \cdot Y_{t-1} + (a + I + p) + \varepsilon_{t+1}. \quad (7)$$

С точки зрения эконометрики, уравнение (7) описывает авторегрессионный процесс второго порядка. Согласно модели, текущее значение объема реализованной продукции зависит от объема реализованной продукции прошлого и позапрошлого годов. С экономической точки зрения была получена модель макроэкономической динамики с дискретным временем. Модель позволяет прогнозировать объем реализованной продукции ПАО «НК «Роснефть», располагая данными об объеме реализованной продукции за два предыдущих периода.

Для обозначения точечных прогнозов, построенных с помощью уравнения (7), используется верхний индекс f . Точечный

прогноз – это оценка условного математического ожидания.

По фактическим данным (см. табл. 1) построим эконометрические модели (2), (3) и (4) для ПАО «НК «Роснефть» (табл. 2).

Таблица 1. Данные основных стратегических показателей ПАО «НК «Роснефть»

Год (t) млрд руб.	Объем реализованной продукции (Y_t), млрд руб.	Непроизводственные расходы компании (C_t), млрд руб.	Инвестиции в произ- водство (I_t), млрд руб.	Сальдо внешней торговли (M_t),
2000	69,46	21,20	22,8	31,5
2001	69,99	17,46	38,1	20,1
2002	85,13	11,60	49,6	35,8
2003	107,22	10,55	80,7	46,1
2004	146,39	9,86	56,5	97,1
2005	689,30	11,48	99,0	572,3
2006	871,49	18,95	257,2	747,3
2007	1208,25	26,84	246,7	955,6
2008	2026,95	33,97	572,3	1552,9
2009	1416,01	28,57	478,3	1101,9
2010	1921,67	33,83	682,5	1495,2
2011	2961,59	40,47	788,6	2364,3
2012	3089,0	102,0	813,6	2447,0
2013	4694,0	166,5	1110,0	3611,0
2014	5503,0	171,0	1762,2	4260,0

Таблица 2. Расчёты для ПАО «НК «Роснефть» за 2000 -2014 гг., млрд руб.

Показатель	Модель	Коэффициент детерминации
Потребление	$C_{t+1}^f = -1,006 + 0,036 + Y_t$	0,834169264
Инвестиции	$I_{t+1}^f = 180,225 + 0,6484 \cdot (Y_t - Y_{t-1})$	0,517983091
Внешняя торговля	$M_{t+1}^f = 113,355 + 0,915 \cdot Y_t$	0,91969337

Значение коэффициента регрессии b на уровне 0,036 означает, что при увеличении объема реализованной продукции текущего года на 1 млрд руб. непроизводственные расходы компании в следующем году возрастут в среднем на 0,036 млрд руб.

Коэффициенты детерминации $R^2 = 0,8342$ (табл. 2) означают, что изменение объема непроизводственных расходов следующего года объясняется изменением объема реализованной продукции текущего года на 83,42 %. Оставшиеся 16,58 % приходятся на другие, неучтенные в модели факторы, отличные от реализации продукции.

Показатель акселерации $r = 0,6484$

(табл. 2) означает, что при увеличении прироста объема реализации продукции ($Y_t - Y_{t-1}$) на 1 млрд руб. инвестиции в производство компании в следующем году возрастут в среднем на 0,6484 млрд руб. Свободный член $I = 180,2253$ млрд руб. Самуэльсон и Хикс [7] трактуют как постоянную составляющую инвестиций. Коэффициент регрессии $q = 0,8012$ означает, что при увеличении объема реализации текущего года на 1 млрд руб. объем внешнеторговых операций ПАО «НК «Роснефть» в следующем году возрастёт в среднем на 0,8012 млрд руб.

Эконометрические модели, указанные в таблице 2, являются значимыми с надёжно-

стью не менее 95 % по критерию Фишера, также значимость подтверждается критерием Стьюдента с той же надёжностью. Воспользовавшись системой эконометрических уравнений (5) и итоговой моделью (7), получим уравнение регрессии. Это уравнение позволяет оценить точечный прогноз объема реализованной продукции на будущий год Y_{t+1}^f по фактическим данным объема

реализованной продукции текущего и предыдущего годов:

$$Y_{t+1}^f = 1,5998 \cdot Y_t - 0,6484 \cdot Y_{t-1} + 292,575 \quad (8)$$

Качество точечного прогнозирования с помощью модели можно признать удовлетворительным, как минимум, в среднесрочной перспективе. На рисунке 2 представлены фактические и прогнозные значения объема реализованной продукции.

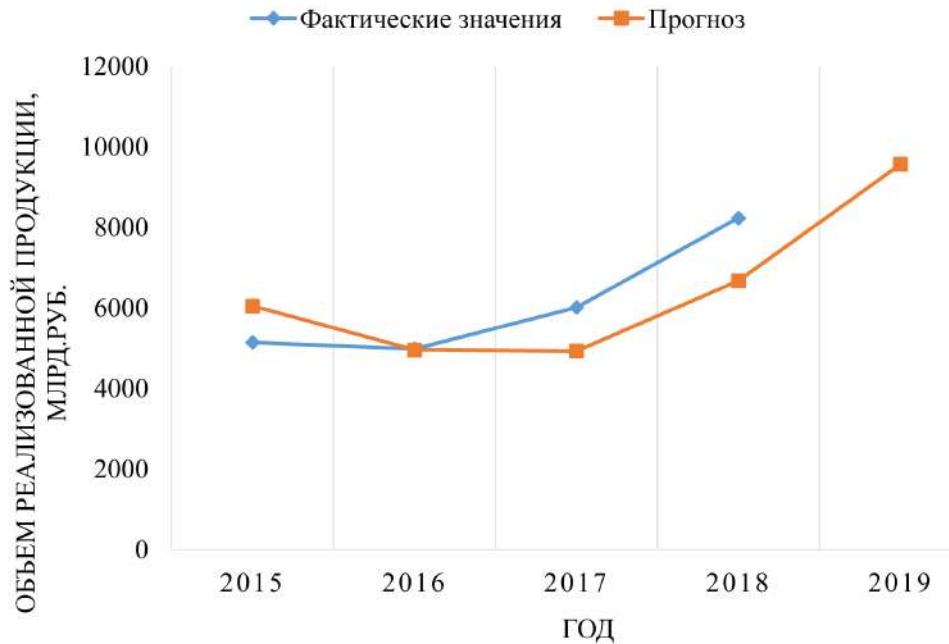


Рисунок 2. Проверка адекватности эконометрической модели прогнозирования объема реализованной продукции ПАО «НК «Роснефть»

Период с 2011 по 2013 гг. был наиболее благоприятным для ПАО «НК «Роснефть». Вследствие нестабильной внешнеполитической и экономической ситуации, а также введения санкций, ограничивавших работу Роснефти в 2014 г., наблюдается превышение прогнозного значения объема реализованной продукции в 2015 г. над фактическим на 17 % (см. рис. 2). Однако уже с 2016 г. видим, что фактические объемы реализованной продукции ниже прогнозных.

На это повлияла своевременная оценка внешних факторов функционирования ПАО «НК «Роснефть», а также рост цены на нефть, который являлся результатом принятия соглашения о сокращении добычи нефти, достигнутого странами ОПЕК 30 ноября 2016 г. в Вене (Австрия) ОПЕК и странами, не входящими в организацию, был подписан меморандум о совместных действиях по стабили-

зации рынка нефти, главная задача которого заключалась в сокращении добычи на 1,8 млн бар. в сутки. Обязательства по сокращению добычи нефти из стран вне ОПЕК взяли на себя 11 стран: Россия, Судан и Южный Судан, Азербайджан, Оман, Бруней, Казахстан, Мексика, Малайзия, Бахрейн, Экваториальная Гвинея. В частности, Россия взяла на себя основную нагрузку по сокращению нефтедобычи — 300 тыс. бар. в день [12].

Большое значение в увеличении объема реализованной продукции имеет сделка по продаже 19,5 % «Роснефти» иностранному консорциуму Glencore и суверенного фонда Катара [13]. В результате сделки компания повысила свою акционерную стоимость и укрепила позиции на рынке. Сделка имеет ряд преимуществ:

— подписание долгосрочного контракта по поставкам с Glencore;

— совместное функционирование и определение позиций на рынках;

— создание как на территории России, так и за рубежом специального предприятия по добыче вместе с консорциумом [14].

На протяжении с 2016 г. по 2018 г. прослеживается тенденция роста исследуемого показателя. Также отметим, что на основе авторегрессионной модели прогнозирования был выявлен объем реализованной продукции на 2019 г., который составил 9572,6 млрд руб.

Список литературы

1. Sharpe W.F. A Simplified Model for Portfolio Analysis // *Management Science*. – 1963. – N. 9. – P. 277-293.

2. Дурдыев, Р.И. Автокорреляция в глобальном стохастическом тренде / Р.И. Дурдыев, А.А. Пересецкий // *Прикладная эконометрика*. – 2014. – № 3 (35). – С. 39-58.

3. Полшков Ю.Н. Анализ факторов экономического развития макрорегиона на основе пространственно-регрессионного моделирования // *Вестник института экономических исследований*. – 2017. – № 2(6). – С. 42-50.

4. Левин В.С. Инвестиции в основной капитал в России: статистический анализ динамики и прогнозирование. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 302 с.

5. Дегтярева Н.А. Эконометрические модели анализа и прогнозирования: монография. – Челябинск: Цицеро, 2017. – 169 с.

6. Сафина Т.А. Математические методы экономических процессов: учебно-методическое пособие; Межрегиональный открытый социальный институт. – Йошкар-Ола : СТРИНГ, 2017. – 99 с.

7. Samuelson P.A. The Two-Part Golden Rule Deduced as the Asymptotic Turnpike of Catenary Motions // *Western Economic Journal*. – 1968. – N. 6. – P. 85-89.

8. Ursu E. Periodic autoregressive model identification using genetic algorithms / E. Ursu, K.F. Turkman // *Journal of Time Series Analysis*. – 2012. – N. 33 (3). – P. 398- 405.

Вывод

Таким образом, применение авторегрессионной модели прогнозирования служит ключевым инструментом в управлении стратегией развития вертикально интегрированных нефтегазовых компаний. Сравнение имеющихся показателей с прогнозными позволяет скорректировать действия в перспективных направлениях деятельности, а также показывает текущее положение компании с учетом воздействия факторов внешней и внутренней среды.

9. Давнис В.В. Об использовании двух гипотез при эконометрическом моделировании стохастических процессов / В.В. Давнис, В.В. Коротких // *Современная экономика: проблемы и решения*. – 2014. – № 7 (55). – С. 30-43.

10. Полбин, А.В. Эконометрическая оценка структурной макроэкономической модели российской экономики // *Прикладная эконометрика*. – 2014. – № 1 (33). – С. 3-29.

11. Павлюк Д.В. Модель эффективности деятельности российских банков // *Прикладная эконометрика*. – 2006. – № 3. – С. 3-8.

12. Соглашение о сокращении добычи нефти и его выполнение [Электронный ресурс] / РИА Новости – Режим доступа: <https://ria.ru/20170525/1494886878.html>

13. «Роснефть» раскрыла детали сделки по продаже 19,5% акций [Электронный ресурс] / РБК – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/economics/10/12/2016/584c58e89a7947ec70b5e46f>

14. Продажа акций «Роснефть» иностранным инвесторам [Электронный ресурс] / Электронное периодическое издание «Ведомости» – Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2016/12/07/668663-rosneft>

References

1. Sharpe W.F. A Simplified Model for Portfolio Analysis // *Management Science*. – 1963. – N. 9. – P. 277-293.

2. Durdyev R.I. Avtokorrelyaciya v global'nom stohasticheskom trende [Avtokorrelyation in a global stochastic trend] *Prikladnaya ekonometrika – Applied econometrics*, 2014. – No. 3 (35). – pp. 39-58. [in Russian].
3. Polshkov Yu.N. Analiz faktorov ekonomicheskogo razvitiya makroregiona na osnove prostranstvenno-regressionnogo modelirovaniya [The analysis of factors of economic development of the macroregion on the basis of space and regression modeling] *Vestnik instituta ekonomicheskikh issledovanij – the Messenger of institute of economic researches*, 2017. – No. 2(6). – pp. 42-50 [in Russian].
4. Levin V.S. Investicii v osnovnoj kapital v Rossii: statisticheskij analiz dinamiki i prognozirovaniya [Investments into fixed capital in Russia: statistical analysis of dynamics and forecasting] *Finansy i statistika – Finance and statistics*, 2007. – p. 302 [in Russian].
5. Degtyareva N.A. Ekonometricheskie modeli analiza i prognozirovaniya [Econometric models of the analysis and forecasting], 2017. – p. 169 [in Russian].
6. Safina T.A. Matematicheskie metody ekonomicheskikh processov [Mathematical methods of economic processes] *uchebno-metodicheskoe posobie; Mezhhregional'nyj otkrytyj social'nyj institut. - Yoshkar-Ola : STRING - educational and methodical grant ; Interregional open social institute. - Yoshkar-Ola: STRING*, 2017. – p. 99 [in Russian].
7. Samuelson P.A. The Two-Part Golden Rule Deduced as the Asymptotic Turnpike of Catenary Motions // *Western Economic Journal*. – 1968. – N. 6. – P. 85-89.
8. Ursu E. Periodic autoregressive model identification using genetic algorithms / E. Ursu, K.F. Turkman // *Journal of Time Series Analysis*. – 2012. – N. 33 (3). – P. 398- 405.
9. Davnis V.V. Ob ispol'zovanii dvuh gipotez pri ekonometricheskom modelirovanii stohasticheskikh processov [About use of two hypotheses at econometric modeling of stochastic processes] *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya – Modern economy: problems and solutions*, 2014. – No. 7 (55). – p. 30-43 [in Russian].
10. Polbin A.V. Ekonometricheskaya ocenka strukturnoj makroekonomicheskoy modeli rossijskoj ekonomiki [Econometric assessment of structural macroeconomic model of the Russian economy] *Prikladnaya ekonometrika – Applied econometrics*, 2014. – No. 1 (33). – p. 3-29 [in Russian].
11. Pavlyuk D.V. Model' effektivnosti deyatel'nosti rossijskikh bankov [Model of efficiency of activity of the Russian banks] *Prikladnaya ekonometrika – Applied econometrics*, 2006. – No. 3. – p. 3-8 [in Russian].
12. Soglasenie o sokrashchenii dobychi nefi i ego vypolnenie [The agreement on reduction of oil production and its execution] Available at: <https://ria.ru/20170525/1494886878.html> [in Russian].
13. «Rosneft'» raskryla detali sdelki po prodazhe 19,5% akcij [Rosneft disclosed details of the transaction on sale of 19.5% of stocks] Available at: <https://www.rbc.ru/economics/10/12/2016/584c58e89a7947ec70b5e46f> [in Russian].
14. Prodazha akcij «Rosneft'» inostrannym investoram Available [Sale of shares Rosneft to foreign investors] at: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2016/12/07/668663-rosneft> [in Russian].