

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЭКСПОРТА НЕФТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В статье рассматриваются различные факторы, оказывающие влияние на экспорт нефти из Российской Федерации, и проводится исследование динамики объемов экспорта из Российской Федерации с 1995 по 2018 г. в зависимости от изменения этих факторов. Поскольку нефть является одной из важнейших статей экспорта Российской Федерации, нельзя недооценивать влияние данного показателя на экономику страны в целом. В результате проведенного исследования методом множественной регрессии получена модель оценки количественного показателя экспорта нефти в зависимости от изменяющихся внешних факторов.

Ключевые слова: экспорт нефти; динамика экспорта нефти; множественная регрессия.

N.V. Antipina

REGRESSION ANALYSIS OF PETROLEUM EXPORTS DYNAMICS OF RUSSIAN FEDERATION

In this article various factors influencing petroleum exports from the Russian Federation, and studies the dynamics of exports from the Russian Federation from 1995 to 2018, depending on changes in these factors, are considered. Since oil is one of the most important sections of export of the Russian Federation, it is impossible to underestimate the influence of this indicator on the country's economy as a whole. As a result of the research by the method of multiple regression the model of estimation of the quantitative index of petroleum exports depending on the changing external factors is obtained.

Keywords: petroleum exports; dynamics of petroleum exports; multiple regression.

Применение математического аппарата и моделирования для решения различных задач экономической проблематики давно стало традиционным [2, с. 16; 3, с. 18–21; 5, с. 16–26; 7, с. 310–328; 8, с. 8–14].

На экспорт нефти из Российской Федерации влияет огромный спектр факторов [4, с. 28–31]. Осуществим их выбор для построения модели объема экспорта нефти методом множественной регрессии [1, с. 42–95; 6, с. 39–90]. В частности, акцентируем внимание на следующих факторах:

1. Мировой объем добычи нефти и объем добычи нефти в Российской Федерации.

2. Объем добычи нефти в странах ОПЕК как основного конкурента России в данной нише.

3. Средняя цена нефти марки Brent. Марка Brent – одна из основных и наиболее широко распространенных марок нефти. Ее цена выступает ориентиром для ценообразования многих других марок, торгуемых на международном рынке, в том числе и сортов нефти, экспортируемых из России.

4. Средняя цена доллара в рублях. Общеизвестно значение валютных курсов на экономику и внешнюю торговлю. Чем выше цена доллара, тем выгоднее экспортировать товар. При понижении цены доллара, напротив, конкурентоспособность экспорта снижается. Однако в случае с преобладающим в структуре экспорта страны товаром, которым и является нефть, наблюдается также и влияние объемов экспорта на курс доллара в национальной валюте. Данный фактор не исключен из рассмотрения при построении модели, однако в случае, если он окажется значимым, необходимы дополнительные исследования.

5. Экспортные пошлины на нефть. Экспортные пошлины устанавливаются таможенными органами с целью контроля над внешней торговлей, охраны внутреннего рынка и создания оптимальной структуры экспорта в стране. В случае с законодательством Российской Федерации это единственный фактор, позволяющий учесть его влияние.

6. Санкции, накладываемые на экономику России другими странами. Фактор отражает международную политическую обстановку.

7. ВВП стран, являющихся главными потребителями российской нефти на мировом рынке.

Факторы с третьего по пятый представлены в среднегодовом выражении. Первый, второй и седьмой факторы представляют собой годовое накопленное значение. Фактор номер шесть – фиктивная переменная, где значение «1» означает присутствие санкций в указанный период, а «0» – отсутствие.

Количественные значения всех перечисленных факторов с 1995 по 2018 г. представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Факторы, влияющие на экспорт нефти из России

Год	Экспорт сырой нефти из РФ, млн т (Y)	Мировой объем добычи нефти, млн т (x ₁)	Объем добычи нефти в России, млн т (x ₂)	Объем добычи нефти в странах ОПЕК, млн т (x ₃)	Средняя цена нефти марки Brent за период, \$ (x ₄)
1995	128,1	3 187	399	1 269	19,25
1996	127,6	3 187	355	1 302	16,75
1997	126,7	3 237	318	1 327	15,66
1998	122,3	3 282	311	1 341	16,75
1999	121,7	3 377	303	1 382	20,46
2000	123,3	3 477	307	1 438	18,64
2001	137,3	3 546	304	1 507	11,91
2002	134,8	3 477	305	1 438	16,56
2003	144,4	3 614	327	1 519	27,39
2004	164,5	3 598	352	1 476	23,00
2005	189,5	3 575	384	1 388	22,81
2006	228,0	3 703	426	1 475	27,69
2007	260,3	3 868	463	1 588	37,66
2008	252,5	3 942	475	1 694	50,04
2009	248,4	3 961	486	1 708	58,30
2010	258,6	3 949	497	1 689	64,20
2011	243,1	3 989	494	1 746	91,48

Год	Экспорт сырой нефти из РФ, млн т (Y)	Мировой объем добычи нефти, млн т (x ₁)	Объем добычи нефти в России, млн т (x ₂)	Объем добычи нефти в странах ОПЕК, млн т (x ₃)	Средняя цена нефти марки Brent за период, \$ (x ₄)
2012	247,5	3 886	501	1 623	53,48
2013	250,7	3 975	512	1 667	71,21
2014	244,5	4 008	519	1 705	87,04
2015	240,0	4 116	526	1 779	86,46
2016	236,6	4 127	531	1 734	91,17
2017	223,4	4 421	534	1 730	85,60
2018	244,0	4 362	541	1 807	62,00

Таблица 2

Факторы, влияющие на экспорт нефти из России*

Год	Средняя цена доллара в рублях за период (x ₅)	Экспортные пошлины на нефть, \$ за тонну (x ₆)	Санкции (x ₇)	ВВП Нидерландов (x ₈)	ВВП КНР (x ₉)	ВВП Германии (x ₁₀)
1995	288	10	0	356	425	2 123
1996	931	8	0	348	442	2 069
1997	2 203	7	0	373	562	2 206
1998	4 554	8	0	445	732	2 590
1999	5 124	13	0	443	861	2 503
2000	5 785	9	0	409	958	2 216
2001	9,7	4	0	431	1 025	2 240
2002	24,62	6	0	439	1 089	2 197
2003	28,14	25	0	413	1 205	1 950
2004	29,17	20	0	426	1 332	1 951
2005	31,35	24	0	464	1 462	2 079
2006	30,69	23	0	570	1 650	2 502
2007	28,81	65	0	646	1 942	2 815
2008	28,3	130	0	672	2 269	2 861
2009	27,17	197	0	719	2 729	3 002
2010	25,58	207	0	833	3 523	3 440
2011	24,86	355	0	931	4 558	3 752
2012	31,83	179	0	858	5 059	3 418
2013	30,36	282	0	836	6 040	3 417
2014	29,39	409	1	894	7 492	3 757
2015	31,08	393	1	829	8 462	3 540
2016	31,85	396	1	864	9 491	3 745
2017	38,61	401	0	879	10 355	3 868
2018	61,07	170,2	1	749	11 069	3 926

* Данные взяты из [9–14].

Далее необходимо построить матрицу корреляции имеющихся данных и убедиться в достаточной связи независимых факторов и зависимой переменной,

а также отсутствию интеркоррелированности факторов друг с другом. Коэффициенты корреляции представлены в табл. 3.

Таблица 3

Матрица корреляции факторов

	Y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀
Y	1,00										
x ₁	0,86	1,00									
x ₂	0,92	0,88	1,00								
x ₃	0,86	0,96	0,86	1,00							
x ₄	0,80	0,87	0,90	0,89	1,00						
x ₅	-0,60	-0,50	-0,57	-0,49	-0,43	1,00					
x ₆	0,72	0,82	0,85	0,83	0,98	-0,39	1,00				
x ₇	0,21	0,56	0,38	0,39	0,31	-0,13	0,29	1,00			
x ₈	0,89	0,89	0,92	0,90	0,95	-0,44	0,92	0,29	1,00		
x ₉	0,65	0,88	0,83	0,82	0,86	-0,37	0,86	0,64	0,81	1,00	
x ₁₀	0,79	0,87	0,89	0,87	0,93	-0,30	0,90	0,46	0,95	0,89	1,00

Из таблицы видно, что большинство факторов тесно связаны с независимой переменной и многие из них коррелируют друг с другом. Поэтому после исключения таких факторов, оставшиеся в модели необходимо будет проверить на коррелируемость.

Построим модель, включающую все независимые переменные. Получим параметры, представленные в табл. 4, 5 и 6.

Таблица 4

Регрессионная статистика начальной модели

Множественный R	0,993400891
R-квадрат	0,98684533
Нормированный R-квадрат	0,976726352
Стандартная ошибка	8,599676861
Наблюдения	24

Таблица 5

Дисперсионный анализ начальной модели

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	10	72 123,49059	7 212,349059	97,52421697	1,50414E-10
Остаток	13	961,4077475	73,95444211		
Итого	23	73 084,89833			

Таблица 6

Анализ параметров начальной модели

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95 %	Верхние 95 %	Нижние 95 %	Верхние 95 %
Y-пересечение	-488,8735	96,0269	-5,091	0,0002	-696,3	-281,4	-696,3	-281,4
Мировой объем до-	0,175218	0,0492	3,55566	0,00351	0,0687	0,2816	0,0687	0,2816

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95 %	Верхние 95 %	Нижние 95 %	Верхние 95 %
бычи нефти, млн т (x_1)								
Объем добычи нефти в России, млн т (x_2)	0,407433	0,07939	5,13156	0,00019	0,2359	0,5789	0,2359	0,5789
Объем добычи нефти в странах ОПЕК, млн т (x_3)	-0,116015	0,07234	-1,6035	0,13281	-0,272	0,0402	-0,272	0,0402
Средняя цена нефти марки Brent за период, \$ (x_4)	-0,118407	0,6318	-0,1873	0,85424	-1,483	1,2466	-1,483	1,2466
Средняя цена доллара в рублях за период (x_5)	-0,002042	0,00184	-1,1075	0,2881	-0,006	0,0019	-0,006	0,0019
Экспортные пошлины на нефть, \$ за т (x_6)	-0,126149	0,09414	-1,33488	0,20482	-0,33	0,078	-0,33	0,078
Санкции (x_7)	-69,62479	19,8727	-3,5035	0,00388	-112,5	-26,69	-112,5	-26,69
ВВП Нидерландов (x_8)	0,0004895	0,08704	0,0056	0,99559	-0,187	0,1885	-0,187	0,1885
ВВП КНР (x_9)	-0,0064231	0,002481	-2,5886	0,02248	-0,011	-0,001	-0,011	-0,001
ВВП Германии (x_{10})	0,0313519	0,024600	1,2744	0,2248	-0,021	0,0844	-0,021	0,0844

Полученная начальная модель имеет вид:

$$Y = -488,8 + 0,17x_1 + 0,4x_2 - 0,11x_3 - 0,12x_4 - 0,002x_5 - 0,12x_6 - 69,6x_7 + 0,0004x_8 - 0,006x_9 + 0,03x_{10}$$

где Y – объем экспорта нефти в определенный год, x_1 – мировой объем добычи нефти в млн т за период, x_2 – объем добычи нефти в России в млн т за период, x_3 – объем добычи нефти в странах ОПЕК в млн т, x_4 – средняя цена нефти марки Brent за период в долларах, x_5 – средняя цена доллара в рублях за период, x_6 – экспортные пошлины на нефть в долларах за тонну, x_7 – наличие или отсутствие санкций на экономику России, x_8 – ВВП Нидерландов, x_9 – ВВП КНР, x_{10} – ВВП Германии.

Оценим значимость полученных коэффициентов. Для этого вычислим критическую точку t-статистики с уровнем значимости 0,05 и числом степеней свободы 15. Получим $t_{кр} = 2,16$. Сравним полученное значение с t-статистикой отдельных коэффициентов.

По результатам оценки получаем вывод о том, что значимыми являются коэффициенты при Y (объем экспорта), x_1 (мировой объем добычи), x_2 (российский объем добычи), x_7 (санкции), x_9 (ВВП КНР). Остальные коэффициенты являются незначимыми.

Далее проверим гипотезу об отсутствии линейной функциональной связи в модели с помощью критерия Фишера. Критическое значение критерия зависит от уровня значимости и чисел степеней свободы. В данном случае он равен 2,67. Наблюдаемое значение критерия равно 97,5, что больше критического значения. Следовательно, гипотеза об отсутствии линейной функциональной связи в модели отклоняется.

Коэффициент детерминации равен 0,977. Таким образом 97,7 % вариации зависимой переменной обусловлено изменениями перечисленных независимых факторов. Достаточно высокое значение коэффициента детерминации свидетельствует об удовлетворительном качестве подгонки.

Исходя из полученных оценок, делаем вывод, что, несмотря на высокий коэффициент детерминации и приемлемые результаты по F-статистике, использовать данную модель в практических целях невозможно. Модель требует корректировки, поскольку пять из десяти полученных коэффициентов при факторах незначимы.

С этой целью последовательно исключаем переменные с наименьшей по модулю t-статистикой и на каждом этапе проверяем значимость модели и коэффициентов.

В результате получаем следующую модель, состоящую из трех факторов, в которой все коэффициенты значимы:

$$Y = -441 + 0,12x_1 - 0,53x_2 - 0,1x_6 - 51,9x_7 - 0,05x_9,$$

где Y – объем экспорта нефти в определенный год, x_1 – мировой объем добычи нефти, x_2 – объем добычи нефти в России, x_6 – экспортные пошлины, x_7 – санкции, накладываемые на экономику России, x_9 – ВВП КНР.

Полученная модель является пригодной по критерию Фишера ($F = 152,03$; $R^2 = 0,97$), и может быть использована для анализа и прогнозирования.

Список использованной литературы

1. Абдуллин Р.З. Эконометрика в Microsoft Excel : учеб. пособие / Р.З. Абдуллин, В.Р. Абдуллин. – Иркутск : Изд-во БГУ, 2016. – 135 с.
2. Аксеньюшкина Е.В. Нахождение оптимальной инвестиционной стратегии финансовой организации / Е.В. Аксеньюшкина // Baikal Research Journal. – 2017. – Т. 8, № 4. – DOI: 10.17150/2411-6262.2017.8(4).16.
3. Баенхаева А.В. Исследование оптимального импульсного управления в модели рекламных расходов / А.В. Баенхаева // Вестник Бурятского государственного университета. – 2009. – № 9. – С. 18–21.
4. Брагинский О.Б. Цены на нефть: история, прогноз, влияние на экономику / О.Б. Брагинский // Российский химический журнал. – 2008. – № 6. – С. 25–36.

5. Волченко Л.Ю. Моделирование влияния деятельности таможенных органов на социально-экономическое развитие и инвестиционную активность регионов / Л.Ю. Волченко, Н.В. Мамонова, Е.О. Завьялова // Инновационное развитие экономики. – 2017. – № 6 (42). – С. 16–26.

6. Елисеева И.И. Эконометрика : учеб. для магистров / И.И. Елисеева. – М. : Юрайт, 2014. – 453 с.

7. Сорокина П.Г. Моделирование налоговой базы по налогу на имущество организаций и прогнозирование поступлений на примере Иркутской области / П.Г. Сорокина, О.В. Леонова, Л.Ю. Волченко // Вестник УрФУ. Сер.: Экономика и управление. – 2018. – Т. 17. – № 2. – С. 310–328.

8. Шуплецов А.Ф. Моделирование оптимальной стратегии развития предпринимательской деятельности промышленной компании на основе эффективного использования потенциала нематериальных ресурсов / А.Ф. Шуплецов, П.В. Харитонова // Baikal Research Journal. – 2013. – Т. 8, № 6. – С. 8–14.

9. BP Statistical Review of World Energy 2016.

10. Статистика Центрального банка РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.cbr.ru/statistics.

11. Официальный сайт Федеральной таможенной службы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.customs.ru.

12. Официальный сайт Министерства экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.economy.gov.ru/mines.

13. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.gks.ru.

14. Международная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.tradingeconomics.com.

Информация об авторе

Антипина Наталья Валерьевна – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра математики и информатики, Байкальский государственный университет, г. Иркутск; e-mail: natant2012@mail.ru.

Author

Antipina Natalya Valerievna – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Chair of Mathematics and Informatics, Baikal State University, Irkutsk; e-mail: natant2012@mail.ru.