

*ДАДЫКИН Валерий Сергеевич,
к. э. н., доцент кафедры экономики, организации производства,
Брянский государственный технический университет*

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ ПРОДУКЦИЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Аннотация

В настоящее время рентабельная часть запасов минерально-сырьевой базы постоянно сокращается, прироста запасов по ключевым и наиболее чувствительным позициям не наблюдается. Данная тенденция в ближайшие годы будет сохраняться, потому что программа воспроизводства минерально-сырьевой базы на федеральном уровне практически отсутствует, а на уровне региона наблюдается ее недофинансирование. В статье выполнен факторный анализ минерально-сырьевой базы на примере железной руды, флюсовых известняков, стекольного сырья и бурого угля, оказывающих существенное влияние на состояние минерально-сырьевого потенциала Центрального федерального округа с целью определения фактора или их группы, оказывающих наибольшее влияние на изменение результирующего показателя, по результатам проведенного анализа построен прогноз состояния минерально-сырьевой базы данных видов сырья с учетом влияния рассмотренных факторов. В качестве метода моделирования выступает корреляционно-регрессионный анализ, в частности используются уравнения множественной регрессии, которые позволяют выразить зависимость среднего значения запасов железной руды от нескольких независимых переменных. В результате, проанализировав наиболее востребованные в условиях Центрального федерального округа виды сырья с целью расчета объемов их прироста и обеспечения ими потребностей народного хозяйства, следует констатировать, что по всем видам исследуемого минерального сырья наблюдается тенденция снижения запасов. Разработанная модель позволила выполнить прогноз по наиболее востребованным экономикой региона видам сырья до 2021 г.

Ключевые слова: минерально-сырьевой потенциал, минерально-сырьевая база, факторный анализ, геологоразведочные работы, недропользование, корреляционно-регрессионный анализ, экспертная оценка, математическое моделирование.

Введение

В условиях постоянного сокращения рентабельной части запасов полезных ископаемых особую роль играют моделирование и прогнозирование наиболее важных для экономики видов минерального сырья с целью анализа динамики их выбытия [3]. Соотнесение прогноза и уровня запасов полезных ископаемых позволит рассчитать период обеспеченности, спрогнозировать необходимость постановки геологоразведочных работ на дефицитные виды сырья [6, 7].

В данной статье авторами построены прогнозные модели по железной руде, флюсовым известнякам, бурому углю и стекольному сырью с целью расчета объемов их прироста и обеспечения ими потребностей народного хозяйства на территории Центрального федерального округа (ЦФО) с учетом сложившихся тенденций.

Материалы и методы

Для построения моделей используем корреляционно-регрессионный анализ. Под регрессией понимают зависимость среднего значения какой-либо величины (y) от некоторой другой величины (x) или от нескольких величин (x_i). В нашем случае будем использовать уравнения множественной регрессии, которые позволяют выразить зависимость среднего значения y – запасов железной руды от нескольких независимых переменных.

Данные для анализа взяты из открытых источников, представленных Государственным балансом запасов по видам сырья и профильными интернет-ресурсами [4, 10, 11].

Практическая часть

Минеральным сырьем для металлургической промышленности на территории ЦФО являются железные руды и флюсовые известняки. На долю черной металлургии, ведущей отрасли

экономики страны, приходится более 17,3 % общероссийского объема промышленного производства. Она обеспечивает 14,5 % бюджетных и валютных поступлений страны и гарантирует 20 % грузовых железнодорожных перевозок [1, 2]. Рассчитаем суммы для определения вариации запасов железной руды (табл. 1).

Таблица 1

Расчет сумм для определения вариации балансовых запасов железной руды

Период	Балансовые запасы, млн т	Расчетные показатели				
		t^2	$t * y_{\phi}$	$y_{\phi} * y_{\phi}$	y_{ϕ}^2	\tilde{y}_t
2008	33314	4	66628	1109822596	33256	1106002109
2009	33160	9	99480	1099585600	33150	1098988138
2010	32998	16	131992	1088868004	33045	1091996478
2011	32838	25	164190	1078334244	32939	1085027130
2012	32564	36	195384	1060414096	32834	1078080093
2013	32885	49	230196	1081436379	32728	1071155367
2014	32736	64	261890	1071665338	32622	1064252952
2015	32562	81	293058	1060283844	32517	1057372848
2016	32382	100	323820	1048593924	32411	1050515056

Согласно расчетам уравнение тренда имеет следующий вид: $\tilde{y}_t = 33467,85 - 105,62t$, поэтому в среднем ежегодно объемы запасов железной руды в ЦФО сокращаются на 105,62 млн т.

В целях проверки достоверного определения расчетных уровней необходимо использовать следующее равенство: $\sum y_{\phi} = \sum \tilde{y}_t$. Ежегодный прирост производства железной руды с вероятностью 95 % будет находиться в доверительных границах $b \pm m$.

По уравнению тренда находим прогнозные значения объемов запасов железной руды. Для 2017 года $t = 11$. Получается, что $\tilde{y}_t = 33467,85 - 105,62 * 11 = 32306,03$ млн т. Следовательно, по прогнозу в 2017 г. объем запасов железной руды составит 32306,03 млн т. Согласно расчету предельная ошибка уравнения тренда составляет 13,04 млн т.

Таким образом, прогнозируемый уровень объемов запасов железной руды с учетом предельной ошибки линии тренда будет находиться в следующих доверительных границах $32306,03 \pm 13,04$ млн т.

Относительная величина вероятности ошибки прогноза составляет 0,19 %, что подтверждает статистическую значимость и возможность его применения в практических расчетах, так как относительная величина вероятности ошибки прогноза не должна превышать 15 %. Полученные прогнозные значения объемов запасов железной руды представлены в табл. 2.

Таблица 2

Прогнозные объемы запасов железной руды, млн тонн

Период	Вид прогноза			Вероятность ошибки прогноза, %
	Пессимистический	Средний по тренду	Оптимистический	
2017	32243	32306	32368	0,19%
2018	32137	32200	32262	0,19%
2019	32032	32094	32157	0,19%
2020	31926	31989	32051	0,20%
2021	31821	31883	31945	0,20%

На основании вышеизложенной информации в 2018 г. объемы запасов железной руды будут изменяться в доверительных границах от 32137,97 до 32262,85 млн т при вероятности

ошибки прогноза 0,19 %. В 2019 г. объемы запасов железной руды могут изменяться в пределах от 32032,35 до 32262,85 млн т. Для 2020 г. доверительные границы интервала изменения объемов запасов железной руды составят от 31926,73 до 32051,61 млн т при точности прогноза 0,20 %. С вероятностью 95 % можно утверждать, что объемы запасов железной руды в ЦФО попадут в доверительный интервал от 31821,11 до 31945,99 млн т. В целом по пессимистическому прогнозу объемы запасов железной руды в ЦФО 2021 г. по сравнению с 2016 г. будут сокращаться на 560,89 млн т, или на 1,73 %, по среднему – на 498,45 млн т, или на 1,54 %, а по оптимистическому – на 436,01 млн т, или на 1,35 %.

Далее составим прогноз добычи флюсовых известняков. Динамика запасов и расчетные показатели данного вида полезных ископаемых представлены в табл. 3.

Таблица 3

Расчет сумм для определения вариации запасов флюсовых известняков

Период	Фактические объемы запасов, млн т	Расчетные показатели				
		t^2	$t^* y_{\phi}$	$y_{\phi} * y_{\phi}$	y_{ϕ}^2	\hat{y}_t
2008	1027	4	2054	1054729	1028	1057919
2009	1020	9	3061	1041624	1021	1042709
2010	1014	16	4059	1030022	1013	1027609
2011	1007	25	5037	1015056	1006	1012620
2012	999	36	5998	999600	998	997740
2013	991	49	6941	983270	991	982971
2014	985	64	7886	971801	984	968312
2015	980	81	8825	961576	976	953762
2016	963	100	9630	927369	969	939323

На основании выше указанной информации можно сделать вывод, что за исследуемые периоды объемы добычи флюсовых известняков имеют тенденцию снижения на 72 млн т, или на 6,96 %. Трендом для динамического ряда объемов добычи флюсовых известняков является прямая линия: $\hat{y}_t = 1043,393 - 7,42t$. Тренд показывает, что в среднем ежегодно объемы запасов флюсовых известняков в ЦФО сокращаются на 7,42 млн т. На основании полученного тренда составим прогноз объемов запасов флюсовых известняков на период с 2017 по 2021 г., который представлен в табл. 4.

Таблица 4

Прогнозные объемы запасов флюсовых известняков, млн тонн

Период	Вид прогноза			Вероятность ошибки прогноза, %
	Пессимистический	Средний по тренду	Оптимистический	
2017	946	961	977	1,61%
2018	938	954	969	1,62%
2019	931	946	962	1,63%
2020	924	939	954	1,64%
2021	916	932	947	1,66%

По полученным расчетам можно сделать вывод, что с вероятностью 95 % объемы запасов флюсовых известняков в 2017 г. могут изменяться в пределах от 946,32 до 977,21 млн т. В 2018 г. объемы запасов флюсовых известняков могут составить от 938,9 до 969,79 млн т при вероятности ошибки прогноза 1,62 %. В 2019 г. интервал, в котором будут находиться объемы запасов флюсовых известняков, будет иметь границы от 931,48 до 962,37 млн т при вероятности ошибки прогноза 1,63 %. В 2020 г. объемы запасов флюсовых известняков могут из-

меняться в пределах от 924,06 до 954,95 млн т при вероятности ошибки 1,64 %. В 2021 г. объемы запасов флюсовых известняков будут находиться в интервале от 916,64 до 947,53 млн т. В целом объемы запасов флюсовых известняков в ЦФО по пессимистическому прогнозу в 2021 г. по сравнению с 2016 г. снизятся на 46,36 млн т, или 4,82 %, по среднему (промежуточному) прогнозу – на 30,92 млн т, или на 3,21 %, по оптимистическому – на 15,47 млн т, или на 1,61 %.

Произведем прогноз запасов бурого угля. Динамика запасов и расчетные показатели запасов бурого угля представлены в табл. 5.

Таблица 5

Расчет сумм для определения вариации запасов бурого угля

Период	Фактические объемы запасов, млн т	Расчетные показатели				
		t^2	$t^* y_{\phi}$	$y_{\phi} * y_{\phi}$	y_{ϕ}^2	\hat{y}_t
2008	3441	4	6882	11840481	3431	11772573
2009	3438	9	10314	11821033	3416	11672181
2010	3437	16	13751	11818640	3401	11572218
2011	3341	25	16707	11166190	3387	11472686
2012	3341	36	20048	11165067	3372	11373584
2013	3339	49	23375	11151592	3357	11274911
2014	3339	64	26714	11150924	3343	11176669
2015	3339	81	30052	11150256	3328	11078856
2016	3339	100	33391	11149922	3313	10981473

На основании информации, представленной в таблице, объемы запасов бурого угля за исследуемые периоды снизились на 101,85 млн т, или на 2,9 %. Трендом для динамического ряда объемов запасов бурого угля является прямая линия: $\hat{y}_t = 3460,44 - 14,66t$. Коэффициент, стоящий перед t , показывает, что в среднем ежегодно объемы запасов бурого угля в ЦФО снижаются на 14,66 млн т. На основании полученного тренда был составлен прогноз объемов запасов бурого угля. Прогнозные значения запасов бурого угля представлены в табл. 6.

Таблица 6

Прогнозные объемы запасов бурого угля, млн тонн

Период	Вид прогноза			Вероятность ошибки прогноза, %
	Пессимистический	Средний по тренду	Оптимистический	
2017	3282	3299	3315	0,51%
2018	3267	3284	3301	0,51%
2019	3253	3269	3286	0,51%
2020	3238	3255	3271	0,52%
2021	3223	3240	3257	0,52%

На основании данной информации можно сделать вывод, что с вероятностью 95 % в 2017 г. объемы запасов бурого угля могут изменяться в интервалах от 3282,37 до 3315,97 млн т с учетом вероятности ошибки прогноза 0,51 %. В 2018 г. объемы запасов бурого угля могут находиться в доверительных интервальных границах от 3267,71 до 3301,31 млн т, в 2019 г. – от 3253,05 до 3286,65 млн т, в 2020 г. – от 3238,39 до 3271,98 млн т, в 2021 г. – от 3223,73 до 3257,32 млн т. В целом прогнозные объемы запасов бурого угля в ЦФО в 2021 г. по сравнению с 2016 г. по пессимистическому прогнозу увеличатся на 115,42 млн т, или на 3,47 %, по среднему (промежуточному) – на 98,62 млн т, или на 2,95 %, по оптимистическому – на 81,83 млн т, или на 2,47 %.

Произведем прогноз запасов стекольного сырья (пески). Динамика запасов и расчетные показатели запасов стекольного сырья (пески) представлены в табл. 7.

Таблица 7

Расчет сумм для определения вариации запасов стекольного сырья

Период	Фактические объемы запасов, млн т	Расчетные показатели				
		t^2	$t^* y_{\phi}$	$y_{\phi} * y_{\phi}$	y_{ϕ}^2	\tilde{y}_t
2008	158	4	316	24964	149	22300
2009	157	9	473	24932	157	24807
2010	168	16	675	28527	165	27448
2011	167	25	838	28123	173	30222
2012	173	36	1039	30032	182	33129
2013	197	49	1381	38927	190	36170
2014	207	64	1658	42973	198	39345
2015	205	81	1853	42394	206	42653
2016	209	100	2090	43681	214	46094

Как видно из таблицы, объемы запасов стекольного сырья (пески) за исследуемые периоды увеличились на 75 млн т, или в 1,56 раза. Трендом для динамического ряда объемов запасов стекольного сырья (пески) является прямая линия: $\tilde{y}_t = 132,99 + 8,19t$. Коэффициент, стоящий перед t , показывает, что в среднем ежегодно объемы запасов стекольного сырья (пески) в ЦФО увеличиваются на 8,19 млн т. На основании полученного тренда был составлен прогноз объемов запасов стекольного сырья (пески).

Прогнозные значения запасов стекольного сырья (пески) представлены в табл. 8.

Таблица 8

Прогнозные объемы запасов стекольного сырья (пески), млн тонн

Период	Вид прогноза			Точность прогноза, %
	Пессимистический	Средний по тренду	Оптимистический	
2017	218	222	227	1,98%
2018	226	231	235	1,91%
2019	234	239	243	1,84%
2020	242	247	251	1,78%
2021	251	255	259	1,72%

На основании вышеизложенной информации можно сделать вывод, что с вероятностью 95 % в 2017 г. объемы запасов стекольного сырья (пески) могут изменяться в интервалах от 218,46 до 227,27 млн т. В 2018 г. объемы запасов стекольного сырья (пески) могут находиться в пределах от 226,63 млн т до 235,44 млн т, в 2019 г. – от 234,8 до 243,61 млн т, в 2020 г. – от 242,97 до 251,78 млн т, в 2021 г. – от 251,14 до 259,95 млн т. В целом прогнозные объемы запасов стекольного сырья (пески) в ЦФО в 2021 г. по сравнению с 2016 г. по пессимистическому прогнозу увеличатся на 42,14 млн т, или в 1,2 раза, по среднему (промежуточному) – на 46,55 млн т, или в 1,22 раза, по оптимистическому – на 50,95 млн т, или в 1,24 раза.

Заключение

Таким образом, проанализировав наиболее востребованные в условиях ЦФО виды сырья с целью расчета объемов их прироста и обеспечения ими потребностей народного хозяйства, следует констатировать, что по всем видам исследуемого минерального сырья наблюдается тенденция снижения запасов. Причина состоит в том, что по данным видам полезных ис-

копаемых практически не развивается прогнозный задел, т. к. именно прогнозные ресурсы впоследствии могут быть разведаны и стать месторождением запасов. После проведения геолого-съемочных и поисково-оценочных работ необходимо провести детальную разведку для перевода прогнозных ресурсов в геологические запасы и в запасы промышленных категорий. Эти работы должны выполняться исключительно за счет средства недропользователей и потенциальных инвесторов. Необходимо на постоянной основе проводить оперативный геолого-экономический мониторинг рассмотренных выше показателей для выявления необходимости проведения поисковых работ по тем видам сырья, где обеспеченность запасами менее 25 лет, и выполнять работы на условиях государственно-частного партнерства с целью обеспечения воспроизводства минерально-сырьевой базы.

Литература

1. Анализ отраслевых рынков [Текст] / под ред. Л. В. Рой, В. П. Третьяка. – М.: ИНФА, 2009. – 442 с.
2. Ахмет В. Х. Рынок геологии и нерыночная основа ценообразования на продукцию и работы по ГИН и ВМСБ [Текст] / В. Х. Ахмет // Разведка и охрана недр. – 2011. – №11. – С. 49-54.
3. Ахмет В. Х. Оптимизация параметров воспроизводственных циклов ГИН на основе положений контрактной системы в сфере закупок [Текст] / В. Х. Ахмет, М. А. Комаров // Разведка и охрана недр. – 2014. – №7. – С. 59-64.
4. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации. Железная руда. – М.: ФГБУ «Росгеолфонд», 2016. – 98 с.
5. Дадыкина О. В., Дадыкин В. С. Модель геолого-экономического мониторинга в системе экономической безопасности региона / О. В. Дадыкина, В. С. Дадыкин // Управление в условиях глобальных мировых трансформаций: экономика, политика, право: Сборник научных трудов. – 2016. – С. 106-108.
6. Морозов А. Ф. Геологическое информационное обеспечение как важнейшая часть геологоразведочного процесса. Современное состояние и перспективы / А. Ф. Морозов, А. К. Климов // МРР. Экономика и управление. – 2012. – №4. – С. 4-8.
7. О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд. Федеральный закон от 05.04.2013 г. №44-ФЗ [Электронный ресурс] Российская газета. URL: <http://www.rg.ru/2013/04/12/goszakupki-doc.html> (дата обращения: 10.05.2017).
8. Стратегия развития геологической отрасли до 2030 года. [Электронный ресурс] Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: <http://www.mnr.gov.ru/mnr/> (дата обращения: 10.05.2017).
9. Averchenkov A. V. Architecture and Self-learning Concept of Knowledge-Based Systems by Use Monitoring of Internet Network [Text] / A. V. Averchenkov, V. I. Averchenkov, Y. M. Kazakov // Communications in Computer and Information Science – Springer International Publishing – Volume 466, 2014. – pp 15-26.
10. Averchenkov V. I. Conceptual Model of Monitoring Information on the Internet / V. I. Averchenkov, A. V. Averchenkov // International Journal of Soft Computing, 2015. – №10. – pp. 220-225,
11. Averchenkov A. V. Hierarchical Deep Learning: A Promising Technique for Opinion Monitoring and Sentiment Analysis in Russian-Language Social Networks / V. I. Averchenkov, A. V. Averchenkov // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science: First Conference, CIT&DS 2015 Volgograd, Russia, September 15-17, 2015. – Volgograd, 2015. – pp. 583-592.

DADYKIN Valery Sergeevich,

*Candidate of Economy Sciences, Assoc. Professor
of the Economics, organization of production,
management Department of Bryansk State Technical University.*

Analysis and Prediction of Security for Mineral Raw Materials of Industrial Enterprises of the Central Federal District

Currently, the cost-effective part of the mineral-raw-material base is constantly decreasing, there is no increase in reserves for key and most sensitive positions. This trend will continue in the coming years, because the program for the reproduction of the mineral resource base at the federal level is practically non-existent, and at the level of the region it is underfunded. The factor analysis of the mineral and raw materials base is carried

out on the example of iron ore, flux knowledge, glass raw materials and lignite, which have a significant impact on the state of the mineral and raw materials potential, which have the greatest impact on the change in the resultant index, according to the results of the analysis of the savings forecasts of the mineral- raw data base. As a method of oral analysis of correlation-regression analysis, in particular, the applied multiple regressions, which allow the transfer of the average values of iron ore reserves from several independent variables. As a result, analyzing the majority of demanded in the conditions of the Central Federal District, in accordance with all types of minerals being studied, there is a tendency to reduce inventories. The developed model allowed to fulfill the forecast for the most demanded economy of the region for raw materials until 2021.

Keywords: mineral resource potential, mineral resources, factor analysis, geological exploration, subsoil, correlation and regression analysis, expert assessment, mathematical modeling.

References

1. Roy L.V., Tretyak V.P. *Analiz otraslevykh rynkov* [Analysis of industrial markets]. Moscow, 2009, 442 p. (In Russ.).
2. Ahmet V.Kh. Rynok geologii i nerynochnaya osnova tsenoobrazovaniya na produktsiyu i raboty po GIN i VMSB [The market of geology and the non-market basis for pricing products and work on GIN and VMSB]. *Razvedka i okhrana nedr* [Exploration and protection of bowels], 2011, no 11, pp.49-54 (In Russ.).
3. Ahmet V.Kh. Optimizatsiya parametrov vosproizvodstvennykh tsiklov GIN na osnove polozheniy kontraktnoy sistemy v sfere zakupok [Optimization of the parameters of the recovery cycles of GIN based on the provisions of the contract system in the field of procurement]. *Razvedka i okhrana nedr* [Exploration and protection of bowels], 2014, no 7, pp.59-64 (In Russ.).
4. *Gosudarstvennyy balans zapasov poleznykh iskopayemykh Rossiyskoy Federatsii. Zheleznaya ruda* [The state balance of mineral resources of the Russian Federation. Iron ore] M.: FGBU Rosgeolfond, 2016. – 98 p (In Russ.).
5. Dadykina. O.V, Dadykin V.S. Model' geologo-ekonomicheskogo monitoringa v sisteme ekonomicheskoy bezopasnosti regiona [Model of geological and economic monitoring in the region's economic security system]. *Upravlenie v usloviyakh global'nykh mirovykh transformatsiy: ekonomika, politika, pravo Sbornik nauchnykh trudov* [Management in conditions of global world transformations: economy, policy, law Collected scientific works], 2016, pp. 106-108 (In Russ.).
6. Morozov A.F., Klimov A.K. Geologicheskoe informatsionnoe obespechenie kak vazhneyshaya chast' geologorazvedochnogo protsesssa. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy [Geological information support as an important part of the geological exploration process. Current state and prospects]. *MRR.Ekonomika i upravlenie* [MPR.Economy and management], 2012, no 4, pp. 4-8 (In Russ.).
7. O kontraktnoy sisteme v sfere zakupok tovarov, rabot, uslug dlya obespecheniya gosudarstvennykh i munitsipal'nykh nuzhd. Federal'nyy zakon ot 05.04.2013 g. №44-FZ. [About the contract system in the sphere of procurement of goods, works, services for provision of state and municipal needs. Federal Law No. 44-FZ of 05.04.2013] Available at: <http://www.rg.ru/2013/04/12/goszakupki-doc.html> (accessed: 10 May, 2017).
8. Strategiya razvitiya geologicheskoy otrasli do 2030 goda [Strategy for the development of the geological industry until 2030] Available at: <http://www.mnr.gov.ru/mnr/> (accessed: 10 May, 2017).
9. Averchenkov A.V. Architecture and Self-learning Concept of Knowledge-Based Systems by Use Monitoring of Internet Network. *Communications in Computer and Information Science*, 2014, vol. 466, pp. 15-26.
10. Averchenkov V.I. Conceptual Model of Monitoring Information on the Internet. *International Journal of Soft Computing*, 2015, no. 10, pp. 220-225,
11. Averchenkov A.V. Hierarchical Deep Learning: A Promising Technique for Opinion Monitoring and Sentiment Analysis in Russian-Language Social Networks. *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science: First Conference, CIT&DS 2015*. Volgograd, 11 (2015), pp. 583-592.

ДАДЫКИН Валерий Сергеевич – кандидат экономических наук, доценты кафедры экономики, организации производства, управления, Брянский государственный технический университет.

E-mail: dadykin88@bk.ru

DADYKIN Valery Sergeevich – Candidate of Economy Sciences, Assoc. Professor of the Economics, organization of production, management Department of Bryansk State Technical University.

E-mail: dadykin88@bk.ru