

УДК 681.5.011

DOI: 10.46548/21vek-2021-1054-0006

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫМ КОМПЛЕКСОМ РЕГИОНА

© 2021

**Кузнецова Елена Валентиновна**, старший преподаватель кафедры «Цифровая экономика»  
*Брянский государственный технический университет*

(241012, Россия, г. Брянск, бул. 50-летия Октября, 7, e-mail: [helena\\_a81@mail.ru](mailto:helena_a81@mail.ru))

**Аннотация.** Геолого-экономическая переоценка в условиях рыночной экономики несомненно важна. Минерально-сырьевая база всех видов полезных ископаемых, сформированная в прошлом столетии, не соответствует современным методам геолого-экономической оценки. В цифровом развитии всех промышленных отраслей данное исследование приобретает особую актуальность. Основной проблемой автором выделяются устаревшие методики геолого-экономической оценки запасов. Экономическая оценка запасов месторождений имеет специфические особенности, связанные со сложностью разработки некоторых месторождений, находящихся в труднодоступных районах или обусловленные наличием «трудно извлекаемых» запасов месторождений. В статье предложены рекомендации, позволяющие произвести скорректированную переоценку в современных рыночных условиях, учитывая социально-экономическое развитие конкретного региона, а также пограничные прогнозные ресурсы. За основную величину в переоценке запасов необходимо использовать рыночную цену на добываемое сырье с привязкой к текущему времени и конкретному региону. Применяя рекомендации с практической точки зрения возможно получение нераспределенного фонда недр с переоцененными запасами залежей твердых полезных ископаемых, что позволит сфокусировать на себе внимание потенциальных недропользователей, и как следствие в будущем будет способствовать благополучному развитию минерально-сырьевой базы нашего государства.

**Ключевые слова:** минерально-сырьевой комплекс региона, недропользование, управление социально-экономической системой.

## METHODOLOGY FOR ESTIMATING THE EFFICIENCY OF GEOLOGICAL EXPLORATION WORKS IN THE CONTROL SYSTEM OF THE REGIONAL MINERAL RESOURCES COMPLEX

© 2021

**Kuznetsova Elena Valentinovna**, senior lecturer of «Digital Economy»  
*Bryansk State Technical University*

(7, 50-letiya Oktyabrya Blvd., Bryansk, 241012, Russia, e-mail: [helena\\_a81@mail.ru](mailto:helena_a81@mail.ru))

**Abstract.** Geological and economic reassessment in a market economy is undoubtedly important. The mineral resource base of all types of minerals formed in the last century does not correspond to modern methods of geological and economic assessment. In the digital development of all industrial sectors, this study is particularly relevant. The main problem of the author is the outdated methods of geological and economic assessment of reserves. The economic assessment of field reserves has specific features related to the complexity of the development of some fields located in hard-to-reach areas or due to the presence of "hard-to-recover" field reserves. The article offers recommendations that allow us to make an adjusted revaluation in modern market conditions, taking into account the socio-economic development of a particular region, as well as the border forecast resources. For the main value in the revaluation of reserves, it is necessary to use the market price for the extracted raw materials with reference to the current time and a specific region. Applying the recommendations from a practical point of view, it is possible to obtain an undistributed subsoil fund with overvalued reserves of solid mineral deposits, which will focus the attention of potential subsurface users, and as a result, in the future will contribute to the successful development of the mineral resource base of our state.

**Keywords:** mineral resource complex of the region, subsurface use, management of the socio-economic system.

**Введение.** В настоящее время одной из ключевых задач, решение которой заслуживает особого внимания, является разработка методики прогнозирования эффективности геологоразведочных работ в системе управления минерально-сырьевым комплексом региона.

На государственном уровне поставлена задача развития геологической отрасли до 2030 года [1]. Принята государственная программа Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов» [2]. В данном документе нами в частности рассматривается подпрограмма 1, цель которой сводится к расширению и восполнению минерально-сырьевой

базы РФ для сохранения баланса между извлекаемыми природными богатствами и их запасами. Эта задача является бесспорно важной, от качественного выполнения которой зависит благополучное дальнейшее развитие минерально-сырьевого комплекса и экономики страны в целом.

По состоянию на 2019-2020 год минерально-сырьевая база твердых полезных ископаемых России насчитывает 13601 месторождение, из них 6911 с выданными лицензиями на недропользование, 3529 из них предусматривают проведение на них геологоразведочных работ, с соответствующим финансированием, порядка 2320 лицензий выдано в рамках заявительного

принципа. Число ежегодных открытий новых месторождений колеблется от 80 до 125 [3,4].

Финансирование геологоразведочных работ в стране в основном приходится на золото – порядка 60%, прочие благородные металлы – около 6%, на алмазы приходится 13%, на медь – 9-10%, 5% на угли, на неметаллические природные ископаемые около 6%. По стадиям геологоразведочных работ, затраты расходуются неравномерно, примерно две трети финансов из бюджета расходуется на этапы разведки и лишь одна треть на поиски и оценку. Таким образом, на работы ранних стадий приходится порядка 15% от общего объема финансирования геологоразведочных работ. Однако, ситуация совершенно разная в отношении различных твердых полезных ископаемых. Так, например, для хромовых и железных руд процентный показатель снижается почти до 5%, а на поиски и оценку калийных солей возрастает до 80% [3,4].

Неравномерность распределения финансирования приводит к сложностям на этапах оценки и как следствие, неполноценной геолого-экономической оценке месторождений твердых полезных ископаемых.

Данное исследование выполнено по научной специальности «управление в социальных и экономических системах», объектом исследования в рамках данной статьи является минерально-сырьевой комплекс региона. **Предметом** исследования является разработка методики оценки эффективности геологоразведочных работ в системе управления минерально-сырьевым комплексом региона.

Формирование модели управления минерально-сырьевым комплексом региона и описание его отдельных элементов терминах теории управления приводится автором в предшествующей работе [5].

**Материалы и результаты исследования.** Основываясь на описанных выше фактах, актуализируется вопрос о пересмотре ранее используемых методик оценки запасов полезных ископаемых по твердым

полезным ископаемым с учетом развития экономики. Возникает необходимость в формировании конкретизирующей модели, учитывающей разделение и учет запасов твердых полезных ископаемых. Имея данные о переоценке нераспределенного фонда недр, можно сформировать инструментарий, позволяющий актуализировать перспективы использования имеющейся минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых и повысить ее ликвидность.

Таким образом, требуется разработать методику прогнозирования эффективности геологоразведочных работ в системе управления минерально-сырьевым комплексом региона.

**Теоретические исследования.** Методика оценки эффективности геологоразведочных работ включает в себя как составной элемент геолого-экономическую оценку запасов и прогнозных ресурсов минерального сырья. Геолого-экономическая оценка проводится при проектировании и завершении каждой стадии геологоразведочных работ и является самостоятельным разделом при составлении технико-экономических соображений и технико-экономического обоснования временных и постоянных кондиций и промышленного освоения месторождения, при переуступке права недропользования на освоение месторождения, а также при подготовке аукциона на право разработки месторождений, учтенных Государственным балансом запасов полезных ископаемых [3,9,10,12].

Количественную и качественную оценку запасов полезных проводят на протяжении всех этапов геологоразведки. По результатам производятся расчеты, в которых учитываются кондиции, для возможности разграничения на балансовые и забалансовые полезные ископаемые, согласно закону РФ «О недрах» [6]. На протяжении всего срока эксплуатации месторождения проводится периодический учет движения запасов, потерь и разубоживания (рисунок 1 – формализован автором).

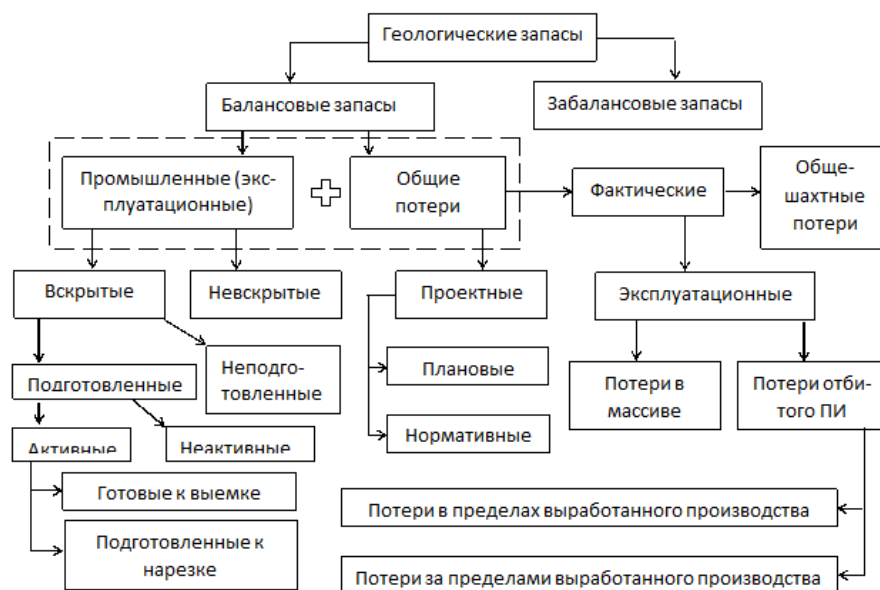


Рисунок 1 – Классификация запасов твердых полезных ископаемых по критерию учета в структуре баланса запасов

Прогнозные ресурсы по сути являются фундаментом для оценки дальнейшего развития минерально-сырьевой базы страны и отдельных регионов, определения направлений и очередности поисковых и оценочных работ, а в дальнейшем и для решения задачи прироста разведанных запасов.

Геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов основывается на величине, качестве, типе предполагаемого месторождения и условиях его освоения. Геолого-экономическая значимость прогнозных ресурсов устанавливается лишь при условии, что известны их количество и содержание полезных компонентов в некотором первоначально выделенном объеме оруженелых пород [7-9]. Так же, геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов содержит в себе совокупность данных об имеющихся природных запасах и хозяйственной потребности в их извлечении и переработке. Оценка сама по себе не производится однократно или в определенный период времени, она является сложной процедурой, включающей последовательность расчетов, постепенно приводя конечный результат к экономическому эффекту.

Количественная оценка предполагаемого месторождения, представления о форме, размере, условиях залегания и качестве полезного ископаемого базируется на данных и всесторонней информации об аналогичных месторождениях [14,15]. Исследования должны обеспечить отбраковку рудопроявлений, которые могут иметь отдельные признаки месторождений (так называемые ложные аномалии, минералы, не образующие промышленных скоплений и т.п.), уточнить тип и формационную принадлежность, количество и содержание полезных компонентов предполагаемого месторождения.

Бурение единичных скважин позволяет подтвердить наличие оруденения на глубине, однако сведения о величине содержания в первичных рудах месторождений с резкой изменчивостью содержания обладают малой представительностью. Поэтому содержание полезного компонента прогнозных ресурсов ниже минимального промышленного для аналогичных месторождений не может служить основанием для отбраковки потенциального месторождения. Только детальный анализ результатов геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов  $P_2$  может быть основанием отнесения выявленного месторождения к перспективным рудопроявлениям.

Основными показателями экономической оценки прогнозных ресурсов категории  $P_2$  являются их ценность и экономическая эффективность освоения потенциально-рационального месторождения.

Ценность прогнозных ресурсов категории  $P_2$  такого месторождения может быть определена, основываясь на предположительном количестве ресурсов и величине содержащегося в нем полезного ископаемого. Так же необходимо учесть затраты на собственно добычу и извлечение при обогащении. Вероятностную оценку прогнозных ресурсов, не включающую в себя потери, можно оценить следующим образом:

$$C_n = \left\{ C \times \frac{C}{100} \times (1 - P) \times I_o \right\} - (3_d + 3_o) \times Q \times (1 - \Pi), \quad (1)$$

где  $C$  – величина ценности чистого ископаемого в денежном эквиваленте;

$C$  – процент содержащегося полезного ископаемого в недрах;

$P$  – величина разубоживания при добыче, ед.;

$I_o$  – значение извлеченного ископаемого при обогащении, ед.;

$3_o$  и  $3_d$  – величина затрат (добыча и обогащение);

$Q$  – подсчитанные запасы руды на момент времени расчета;

$\Pi$  – коэффициент потерь при добыче.

Как правило при подсчетах потенциальной ценности используют средние значения.

Расчет вероятностной оценки прогнозных ресурсов и расчет их потенциальной ценности по формуле (1) является с нашей точки зрения не совсем достоверным, так как за величину ценности чистого ископаемого в денежном эквиваленте (цены концентрата) можно взять мировую усредненную цену чистого ископаемого, что в большинстве случаев не будет отражать современное состояние цен в отдельных регионах и федеральных округах РФ, что неизбежно влечет искажение конечных цифр расчета. Также, используемые при расчетах величины затрат на добычу и обогащение разнятся в регионах, логистические сети не на всех предприятиях имеют хорошо развитую инфраструктуру, что неизбежно сказывается на конечной стоимости готового продукта.

Годовой доход горного предприятия определяет потенциальную ценностью прогнозных ресурсов и временем существования горного предприятия.

В зависимости от полученных результатов прогнозных ресурсов  $P_2$  подразделяются на высокоэффективные – рентабельность которых свыше 60%, эффективные – рентабельность которых от 30 до 60% и низкоэффективные – рентабельность которых ниже 30%. Указанные величины в значительной степени условны и уточняются в каждом конкретном случае в зависимости от вида полезного ископаемого, масштаба и месторасположения предполагаемого месторождения.

Целесообразность проведения поисково-оценочных работ основывается на сопоставлении потенциальной ценности прогнозных ресурсов с учетом их достоверности, затрат на проведение и определяется ожидаемым экономическим эффектом:

$$\mathcal{E} = C_n \times D - 3 \times (1 - D), \quad (2)$$

где  $\mathcal{E}$  – потенциальный экономический эффект предстоящих поисково-оценочных работ, млн. руб.;

$C_n$  – потенциальная ценность прогнозных ресурсов, млн. руб.;

$D$  – достоверность подсчитанных ресурсов, доли единицы;

$3$  – затраты на проведение поисково-оценочных работ, млн. руб.

Достоверность прогнозных ресурсов подсчитывается для каждого потенциального месторождения.

При поисково-оценочных работах для оценки промышленного значения месторождения наряду с запасами категории  $C_2$  используются и ресурсы  $P_1$ . В зависимости от конкретных условий количество прогнозных ресурсов обычно учитывается поправочным коэффициентом, величина которого колеблется от 0,5 до 0,8. В свою очередь, экономическая эффектив-

ность представляет собой относительный показатель результата и понесенных предприятием затрат на его достижение.

**Экспериментальные исследования.** Расчеты с использованием модели системы управления минерально-сырьевым комплексом региона в части твердых полезных ископаемых позволили определить эффективность геологоразведочных работ за анализируемый годовой период (табл. 1).

Таблица 1 – Оценка эффективности геологоразведочных работ за анализируемый период

№	Вид сырья	Прирост запасов	Стоимость разведанных запасов, млн. руб.	Финансирование ГРР, млн. руб.	Эффективность ГРР, руб./руб.
1	Пески стекольные, тыс. т	32600	2237	248,79	8,99
2	Пески строительные, тыс. куб. м	47766	3224	248,79	12,96
3	Кирпично-черепичное сырье, тыс. куб. м	6809	294	41,47	7,09
4	Тугоплавкие глины, тыс. т	12200	1976	66,34	29,78
5	Бентонитовые глины, тыс. т	3300	4306	41,47	103,85
6	Каменная соль, тыс. т	3869	3670	41,47	88,51
7	Фосфатные титан-циркониевые руды, млн. т	27,0	1880	8,29	226,70
8	Цеолиты, тыс. т	3340	8416	41,47	202,97
9	Трепел, тыс. м <sup>3</sup>	1388	3498	24,88	140,60
10	Цементное сырье, тыс. т	9200	248	66,34	3,74
	Всего	120499	29749	829,3	-

При формировании таблицы использовались данные из открытых источников [4] и выполнялся расчет эффективности геологоразведочных работ по выше обозначенной методике.

Анализ таблицы 1 позволяет сделать вывод о наибольшей экономической эффективности геологоразведочных работ по фосфатным титан-циркониевым рудам, цеолитам и трепелу. Стоит отметить, что стоимость разведанных запасов является агрегированной величиной, актуальной на момент оценки запасов.

В системе управления минерально-сырьевым комплексом региона необходимо в постоянно действующем динамическом режиме оценивать имеющиеся запасы по видам сырья и оперативно корректировать управляющее воздействие во избежание образования ситуации дефицита ресурсов или их избыточности, снижающей рентабельность разработки ряда объектов [17].

**Заключение.** Для недопущения дальнейшего негативного развития и обеднения минерально-сырьевой базы автором предлагается пересмотр существующих устаревших методик по расчету запасов и прогнозных ресурсов с учетом нынешних цен на добываемое сырье и введением дополнительных корректирующих коэффициентов, учитывающих при расчетах вероятностной оценки прогнозных ресурсов и расчетах их потенциальной ценности по вышеуказанным методам.

Методы расчета не отражают полной достоверной картины, не в полном объеме учитывают потери не только при добыче полезного ископаемого, но и в стоимости конечного продукта.

Введение поправочных (корректирующих) коэффициентов при расчетах, с учетом социально-экономического уровня развития регионов позволит получать расчеты на более достоверном качественном уровне, что повлечет за собой внимание к месторождениям как

со стороны недропользователей, так и государства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Стратегия развития геологической отрасли до 2030 года [Электронный ресурс] // URL: [http://www.mnr.gov.ru/docs/strategii\\_i\\_doktriny/strategiya\\_razvitiya\\_geologicheskoy\\_otrasli\\_do\\_2030\\_goda/](http://www.mnr.gov.ru/docs/strategii_i_doktriny/strategiya_razvitiya_geologicheskoy_otrasli_do_2030_goda/) (дата обращения 18.03.2021).
2. Государственная программа Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов» (утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 322) [Электронный ресурс] // URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/article/9613.html> (дата обращения: 03.03.2021).
3. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2019 году» [Электронный ресурс] // URL: [https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye\\_doklady/](https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/) (дата обращения 15.03.2021).
4. Справка о состоянии и перспективах использования МСБ [Электронный ресурс] // URL: <https://rosnedra.gov.ru/page/516.html> (дата обращения 15.03.2021).
5. Kuznetsova, E., Dadykin, V. Analysis of an Industrial and Raw Material Facility as a Socio-Economic System. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2020; Vladivostok; Russian Federation. DOI: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271435.
6. Закон РФ "О недрах" от 21.02.1992 N 2395-1 (в редакции от 08.06.2020 N 179-ФЗ) [Электронный ресурс] // URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_343/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343/) (дата обращения 03.03.2021).
7. Бежанова М.П. Минеральные ресурсы мира и экономический механизм управления минерально-сырьевым сектором / М.П. Бежанова, С.К. Бежанов. – М.: Геоинформмарк. – 2007. – 384 с.
8. Михайлов Б.К. О программно-целевом принципе планирования воспроизводства минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых / Б.К. Михайлов, В.П. Михайлова, Б.И. Беневольский // Отечественная геология. – 2013. – № 6. – С. 3-11.
9. Ставский А.П. Зарубежный опыт организации геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые и возможности его применения в России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2013. – № 1. – С. 55-57.
10. Кузнецова Е.В. Влияние геолого-экономической переоценки запасов на эффективность деятельности предприятий // Ресурсосбережение. Эффективность. Развитие. Сборник статей. – Брянск. – 2020. – С. 486-491.



11. Кузнецова Е.В. Геоинформационная система как технология поддержки принятия решений /Е.В. Кузнецова, В.С. // Инновационное развитие предпринимательской деятельности региона. Сборник статей.- Брянск. – 2020. – С. 50-54.
12. Кузнецова Е.В. Минерально-сырьевой комплекс брянской области: состояние, проблемы, развитие // Социально-экономическое развитие Брянской области: тенденции и перспективы. Сборник статей. – Москва.- 2020. - С. 55-59.
13. Волков А.В. О развитии минерально-сырьевого комплекса России / А.В. Волков, А.А. Сидоров // Вестник Рос. акад. наук. – 2015. – Т.85. – N 4. – С.351-358.
14. Карпузов А.Ф. Стратегические векторы развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации на современном этапе (выбор пути) / А.Ф. Карпузов, А.В. Тарасов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2015. – № 6. – С. 2-12.
15. Прокофьева Л.М. Создание рынка геологической продукции – важнейшее условие воспроизводства минерально-сырьевой базы / Л.М. Прокофьева, С.С. Макиев // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 7. – С.1043–1046.
16. Козловский Е.А. Минерально-сырьевой комплекс и национальная безопасность // Маркшейдерия и недропользование. – 2011. – № 3. – С. 3–10.
17. Кузнецова Е.В. Состояние и перспективы развития методик геолого-экономической оценки месторождений / Е.В. Кузнецова, В.С. Дадыкин // Актуальные проблемы социально-гуманитарных исследований в экономике и управлении. Сборник статей. – 2020. – С. 231-236.

*Статья поступила в редакцию 23.03.2021*

*Статья принята к публикации 16.06.2021*