

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЗАПАСАМИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГРАФИТА И АПАТИТОВ В РАЙОНАХ НОВОГО ОСВОЕНИЯ*

© 2021 В.С. Дадыкин**

Актуальность совершенствования методики экономической оценки обеспеченности запасами месторождений обусловлена необходимостью использования при расчетах экспертно-аналитического метода, который основан на данных геологического картирования и прогнозных исследований, географии размещения месторождений полезных ископаемых и экономической характеристике прогнозных ресурсов территории и запасов месторождений. Объектом исследования является минерально-сырьевая база запасов и прогнозных ресурсов графитовых и апатитовых месторождений на территории Республики Саха (Якутия). Предмет исследования – совершенствование методики экономической оценки стоимости затрат геолого-разведочных работ. Целью данной работы является совершенствование методического обеспечения геоинформационного моделирования обеспеченности запасами месторождений для последующего перевода прогнозного потенциала полезных ископаемых в разведанные запасы для месторождений в районах нового освоения Республики Саха (Якутия). Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи: определить методическое обоснование геолого-экономического районирования; сформулировать принципы геолого-экономического моделирования. Научная новизна исследования заключается в том, что автором проведено совершенствование методики экономической оценки обеспеченности запасами месторождений графита и апатитов в районах нового освоения. Практическая значимость состоит в возможности использовать результаты исследования для оценки минерально-сырьевого потенциала запасов месторождений и прогнозных ресурсов в районах нового освоения.

Ключевые слова: геоинформационное моделирование, оценка стоимости затрат, геолого-экономический мониторинг, промышленно-сырьевая группа, геолого-экономический район, минерально-сырьевая единица.

Основные положения:

- ◆ при формировании методики экономической оценки обеспеченности запасами месторождений следует исходить из структуры типового запроса на предоставление информации об участке недр, один из главных принципов при формировании методики состоит в этапности проведения геолого-разведочных работ;
- ◆ совершенствование методики экономической оценки обеспеченности запасами месторождений графита и апатитов в районах нового освоения заключается во введении в методику подсчета запасов следующих геолого-экономических показателей: геоэкономический потенциал разведанных запасов; геоэкономический потенциал геологических запасов; геоэкономический потенциал прогнозных ресурсов, при расчете которых учитываются особенности геологического строения и неоднородность месторождений в районах нового освоения, а также недостаточная инфраструктурная обеспеченность данных месторождений;
- ◆ накопленная в течение определенного периода база данных геолого-экономических показателей в рамках Государственного кадастра месторождений позволит в автоматическом режиме подготавливать данные и формировать отчеты по запросам федеральных и других органов власти и организаций по вопросам состояния минерально-сырьевой базы и недрополь-

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ молодым ученым (МД-2409.2020.5).

** Дадыкин Валерий Сергеевич, доктор экономических наук, профессор Брянского государственного технического университета. E-mail: dadykin88@bk.ru.

зования на уровне государства с целью повышения инвестиционной привлекательности объектов недропользования.

Введение

В настоящее время сложилась в целом неблагоприятная ситуация с оценкой обеспеченности запасами и прогнозными ресурсами промышленно-сырьевых узлов на территории ряда регионов. Причина такой ситуации состоит в отсутствии методики, позволяющей выполнять расчет обеспеченности и на этой основе предлагать поиски прогнозных ресурсов в заданном районе при имеющихся геологических предпосылках. Поэтому требуется разработка и соответствующее обоснование программного инструментария, который позволил бы автоматизировать расчеты вероятности обнаружения прогнозных ресурсов и, соответственно, выводил бы полученные результаты на картограмму.

В настоящее время только паспорта Государственного кадастра месторождений (ГКМ) содержат сведения о координатах объектов минерально-сырьевой базы (МСБ)¹.

Действующей инструкцией по ведению ГКМ предусматривается предоставление географических координат условных центров объектов учета (месторождений и проявлений). Данная информация, полученная из паспортов ГКМ, не позволяет выполнить в полном объеме геоинформационное моделирование обеспеченности запасами месторождений.

Проблематика применения ГИС-технологий при прогнозировании и моделировании в геологоразведке затрагивалась учеными².

Материалы исследования базируются на разработанных методических рекомендациях и открытых данных балансов запасов полезных ископаемых³.

Методы

При формировании методики экономической оценки обеспеченности запасами месторождений следует исходить из структуры типового запроса на предоставление информации об участке недр:

1) определение контура участка недр с подсчитанной площадью, предложения по ограничению по глубине участка недр, наличие действующих лицензий и объектов нерас-

пределенного фонда недр на участке недр с указанием их границ⁴;

2) сведения о запасах и/или ресурсах на участке недр с указанием документов, которые утвердили запасы и/или ресурсы;

3) графические приложения - схема участка недр на топографической основе с нанесенными угловыми точками и их номерами, а также с нанесенными действующими лицензиями (в случае их наличия); геологическая карта с нанесенными блоками подсчета запасов (или ресурсов); геологическая карта-разрез с указанием границ участка недр по глубине (по абсолютной отметке);

4) копия паспорта ГКМ, копия протокола научно-технического совета (иного ведомства) об апробации (принятии) прогнозных ресурсов, выкопировка из Государственного баланса по всем видам полезных ископаемых, содержащихся на участке недр.

Один из главных принципов при формировании методики состоит в этапности проведения геолого-разведочных работ:

1) анализ, систематизация и структурирование исходных данных;

2) ввод исходных данных с карт, схем, записок в базу данных (БД), т.е. создание первичной цифровой БД (первичное информационное пространство);

3) проверка ввода данных;

4) создание ГИС-проектов отдельных карт;

5) по каждому тематическому слою создаются легенды для отображения специализированной информации в проекте в системе принятых при геологическом картировании условных знаков, для удобства работы с проектом, а также создания аналоговых карт;

6) создание ГИС-проекта, содержащего карту, схему.

Для подсчета запасов в рамках геоинформационного моделирования обеспеченности запасами предлагается использовать следующие геолого-экономические показатели:

◆ геозэкономический потенциал разведанных запасов – $ГЭП_{рз}$;

◆ геозэкономический потенциал геологических запасов – $ГЭП_{гз}$;

◆ геэкономический потенциал прогнозных ресурсов – ГЭП_{прог.}

Расчет данных показателей базируется на методике расчета минерально-сырьевого потенциала⁵, однако учитывает геолого-экономические индикаторы.

Для расчета геэкономического потенциала разведанных запасов предлагается использовать формулу:

$$ГЭП_{pz} = \sum_{t=1}^T \frac{Выр - ЭЗ - (d \times KB) - АО}{(1 + d)^t},$$

где Выр – годовая выручка от реализации, тыс. руб.;

ЭЗ – эксплуатационные затраты при добыче и обогащении, включая обязательные платежи, тыс. руб.;

d – ставка дисконтирования, %;

KB – капитальные вложения, тыс. руб.;

АО – амортизационные отчисления, тыс. руб.;

t – номер текущего периода разработки (год);

T – период «жизненного цикла» месторождения, лет.

Накопленная в течение определенного периода база данных геолого-экономических показателей в рамках Государственного кадастра месторождений позволит в автоматическом режиме подготавливать данные и формировать отчеты по запросам федеральных и других органов власти и организаций по вопросам состояния минерально-сырьевой базы и недропользования на уровне государства.

Результаты

Апробация авторской методики выполнялась не только на территории ЦФО, но и в районах нового освоения на территории Республики Саха (Якутия), где особенно остро стоит проблема сохранения устойчивости экосистемы. В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция в вопросах развития цифровой экономики в Российской Федерации, что, безусловно, затрагивает и ряд смежных отраслей, в том числе обеспечивающих создание и функционирование необходимой инфраструктуры. В частности, актуальным становится вопрос развития минерально-сырьевой базы графитовых месторождений.

Переход народного хозяйства на новые технологические производства и наметившаяся тенденция на обеспечение собственными ресурсами позволяют оптимистично рассматривать возможность эксплуатации месторождений графита по югу Республики Саха (Якутия). Это месторождения Надеждинское, Чебере, Лево-Нимгерканское, Керакское (табл. 1). Сближенное расположение месторождений предопределяет строительство одного горно-обогатительного комбината при эксплуатации месторождений, а также позволяет установить очередность ввода их в эксплуатацию по мере освоения района.

По каждому месторождению требуется уточнить технико-экономические показатели (эксплуатационные запасы, расчетное содержание полезного компонента, годовая производительность карьера, срок обеспеченности запасами, срок окупаемости капитальных вло-

Таблица 1

Перечень месторождений, по которым проводились укрупненные экономические расчеты в Республике Саха (Якутия)

Объект, вид ПИ	Наименование месторождения	Расчетные эксплуатационные запасы, тыс. т	Расчетная годовая добыча, тыс. т	Срок обеспеченности запасами, лет	Срок окупаемости, лет
1. Графиты	Надеждинское (участки 1, 2)	6970,9	349,0	19,4	7,52
2. Графиты	Чебере (участок Центральный)	3950,0	133,0	25,7	3,45
3. Графиты	Лево-Нимгерканское	15 495,5	287,2	54,0	4,31
4. Графиты	Керакское	2786,0	239,3	11,6	4,05
5. Апатиты	Бирикээн	534 713,5	11 743,4	45,6	5,32

жений) для определения их инвестиционной привлекательности и очередности ввода в промышленную эксплуатацию.

Рассмотрим результаты проведенных укрупненных экономических расчетов на примере Надеждинского месторождения графита. Исходные данные отражены в табл. 2. Полученные результаты укрупненных экономических расчетов по Надеждинскому месторождению графита представлены в табл. 3. Динамика изменения геоэкономического потенциала месторождения показана в табл. 4.

Учитывая специфику региона, следует отметить, что одним из важных вопросов является инфраструктурная обеспеченность⁶. Во многом решение вопроса разработки месторождения будет зависеть от распределения обязанностей и долевых затрат на строительство объектов инфраструктуры: строительство 42 км внешних линий электропередач до промышленной площадки обогатительной фабрики; строительство 50 км автодороги с твердым покрытием от обогатительной фабрики до ближайшей магистрали.

Таблица 2

Исходные данные для Надеждинского месторождения графита

Показатели	Значение
Разведанные запасы в контуре отработки	6,82 млн т
Среднее содержание полезного компонента	4,7%
Расчетный годовой выпуск товарной продукции	13,9 тыс. т
Расчетный срок строительства объекта	2 года

Таблица 3

Результаты укрупненных экономических расчетов по Надеждинскому месторождению графита

Показатели	Значение
Эксплуатационные запасы	6,77 млн т
Расчетное содержание полезного компонента	4,385%
Расчетная годовая производительность карьера	349,0 тыс. т
Срок обеспеченности запасами	19,4 года
Срок окупаемости капитальных вложений	7,52 года

Таблица 4

Динамика изменения геоэкономического потенциала Надеждинского месторождения

Период эксплуатации	Геоэкономический потенциал разведанных запасов, тыс. руб.	Период эксплуатации	Геоэкономический потенциал разведанных запасов, тыс. руб.
1	445 587,27	9	207 869,75
2	405 079,33	10	188 972,50
3	368 253,94	11	171 793,18
4	334 776,31	12	156 175,62
5	304 342,10	13	141 977,83
6	276 674,63	14	129 070,76
7	251 522,39	15	117 337,05
8	228 656,72		

Показатели экономической эффективности подтверждают обоснованность освоения и инвестиционную привлекательность месторождения. Это месторождение можно рекомендовать к проведению этапа лицензирования и поиска инвесторов. Срок окупаемости капитальных вложений составит 7,52 года.

Срок обеспеченности запасами обогатительной фабрики 19,4 года при эксплуатации Надеждинского месторождения указывает на необходимость подготовки и ввода в эксплуатацию Лево-Нимгерканского месторождения графита (табл. 5).

Таблица 5

Данные для укрупненных экономических расчетов по Лово-Нимгерканскому месторождению графита

Показатели	Значение
Разведанные запасы в контуре отработки	15,5 млн т
Среднее содержание полезного компонента	5,79%
Расчетный годовой выпуск товарной продукции	13,9 тыс. т
Расчетный срок строительства объекта	2 года

Таблица 6

Результаты укрупненных экономических расчетов по Лово-Нимгерканскому месторождению графита

Показатели	Значение
Эксплуатационные запасы	15,5 млн т
Расчетное содержание полезного компонента	5,39%
Срок обеспеченности запасами	53,9 года
Срок окупаемости капитальных вложений	4,31 года
Расчетная годовая производительность карьера	287,2 тыс. т

Таблица 7

Исходные данные для укрупненных экономических расчетов по месторождению графита Чебере

Показатели	Значение
Разведанные запасы в контуре отработки	3983,5 млн т
Среднее содержание полезного компонента	12,5%
Расчетный годовой выпуск товарной продукции	14,25 тыс. т
Расчетный срок строительства объекта	2 года

Таблица 8

Результаты укрупненных экономических расчетов по месторождению графита Чебере

Показатели	Значение
Эксплуатационные запасы	3950,0 тыс. т
Расчетное содержание полезного компонента	11,64%
Срок обеспеченности запасами	25,7 года
Срок окупаемости капитальных вложений	3,45 года
Расчетная годовая производительность карьера	133,0 тыс. т

Таблица 9

Данные для укрупненных экономических расчетов по Керакскому проявлению графитов

Показатели	Значение
Разведанные запасы в контуре отработки	2805,7 тыс. т
Среднее содержание полезного компонента	6,95%
Расчетный годовой выпуск товарной продукции	13,9 тыс. т
Расчетный срок строительства объекта	2 года

Таблица 10

Результаты укрупненных экономических расчетов по Керакскому проявлению графитов

Показатели	Значение
Эксплуатационные запасы	2786,0 тыс. т
Расчетное содержание полезного компонента	6,47%
Расчетная годовая производительность карьера	239,3 тыс. т
Срок обеспеченности запасами	11,6 года
Срок окупаемости капитальных вложений	4,05 года

Полученные результаты укрупненных экономических расчетов по Лево-Нимгерканскому месторождению графита представлены в табл. 6.

Показатели экономической эффективности подтверждают обоснованность освоения и инвестиционную привлекательность месторождения. Улучшенные технико-экономические показатели Лево-Нимгерканского месторождения относительно Надеждинского связаны с тем, что содержание полезного компонента в Лево-Нимгерканском месторождении выше, чем в Надеждинском, поэтому при получении фиксированного конечного продукта (13,9 тыс. т) годовая производительность карьера отмечается уменьшением объемов добычи руды в год. Расчеты по Лево-Нимгерканскому месторождению велись с учетом имеющегося горно-обогатительного комбината и, соответственно, меньших капитальных затрат на ввод его в эксплуатацию. Поэтому срок окупаемости отличается почти на 3 года.

Привлекательным для эксплуатации является и месторождение Чебере.

Содержание полезного компонента составляет 12,5%, принятое к расчетам – 11,64%. При таком содержании и фиксированной годовой добыче товарной продукции (соответствующей Надеждинскому месторождению – 13,9 тыс. т) потребуется значительно уменьшить добычу и, соответственно, переработку на ГОК. Данное положение отражено в технико-экономических расчетах (табл. 7).

Результаты укрупненных экономических расчетов по месторождению графита Чебере представлены в табл. 8.

Полученные технико-экономические показатели демонстрируют, что если на горно-обогатительный комбинат ежегодно будет поставляться 349,0 тыс. т руды (исходные данные Надеждинского месторождения), то производительность комбината повысится почти в 3 раза.

Рассматривая комплекс месторождений графитов Алданского щита, были проведены укрупненные экономические расчеты и по Керакскому проявлению графитов (табл. 9).

Результаты укрупненных экономических расчетов по Керакскому проявлению графитов представлены в табл. 10.

В перспективе развития горнорудных районов юга Якутии просматривается эксплуатация месторождения апатитов Бирикээн (табл. 11).

Результаты геолого-экономической оценки месторождения апатитов Бирикээн представлены в табл. 12.

Показатели экономической эффективности подтверждают обоснованность освоения и инвестиционную привлекательность месторождения, параметры которого определены в исходных данных.

Для подготовки месторождения Бирикээн к эксплуатации потребуется проведение геолого-разведочных работ с переводом его запасов в промышленные.

Таблица 11

Данные для укрупненных экономических расчетов по месторождению апатитов Бирикээн

Показатели	Значение
Разведанные запасы в контуре отработки	535,3 млн т
Среднее содержание полезного компонента	7,79%
Расчетный годовой выпуск товарной продукции	2,0 млн т
Расчетный срок строительства объекта	2 года

Таблица 12

Результаты геолого-экономической оценки месторождения апатитов Бирикээн

Показатели	Значение
Эксплуатационные запасы	534,7 млн т
Расчетное содержание полезного компонента	7,79%
Срок обеспеченности запасами	45,6 года
Срок окупаемости капитальных вложений	5,32 года
Расчетная годовая производительность карьера	11,7 млн т

Обсуждение

Усовершенствованная методика геоинформационного моделирования обеспеченности запасами месторождений графита и апатитов в районах нового освоения на территории Республики Саха (Якутия) позволила провести геолого-экономическую оценку по месторождениям графита Надеждинское, Чебере, Лео-Нимгерканское, Керакское и месторождению апатитов Бирикээн.

На основании анализа технико-экономических показателей и состояния запасов полезных ископаемых комплекса месторождений графитов Алданского щита к лицензированию рекомендовано Надеждинское месторождение. Но для привлечения инвесторов следует подготовить предложения по решению вопросов обеспечения лицензируемого месторождения инфраструктурой.

По месторождениям Лео-Нимгерканское, Чебере и Керакское требуется проведение геолого-разведочных работ по переводу авторских запасов в балансовые с дополнительными детализационными работами. Проведенные укрупненные экономические расчеты определили следующую очередность ввода в эксплуатацию: Надеждинское, затем Лео-Нимгерканское, Кераское и Чебере.

Заключение

В результате укрупненных экономических расчетов по месторождениям графита Надеждинское, Чебере, Лео-Нимгерканское, Керакское и месторождению апатитов Бирикээн были определены их геолого-экономические характеристики, которые позволили установить очередность ввода в эксплуатацию и инвестиционную привлекательность данных месторождений. Разработка каждого из месторождений представляет собой еще и крупный

инвестиционный проект, и во многом решение вопроса разработки месторождений будет зависеть от распределения обязанностей и долевых затрат на строительство соответствующей инфраструктуры между государством и соинвесторами.

¹ Стратегия развития геологической отрасли до 2030 года. URL: <http://www.mnr.gov.ru/mnr/> (дата обращения: 10.11.2020).

² См.: Анализ отраслевых рынков / под ред. Л.В. Рой, В.П. Третьяка. Москва : Инфра, 2009. 442 с.; Ахмет В.Х. Рынок геологии и нерыночная основа ценообразования на продукцию и работы по ГИН и ВМСБ // Разведка и охрана недр. 2011. № 11. С. 49-54.

³ Методические рекомендации по организации и ведению государственного мониторинга. URL: <http://viems.ru/asnti/index.htm> (дата обращения: 30.11.2020).

⁴ Ахмет В.Х., Комаров М.А. Оптимизация параметров воспроизводственных циклов ГИН на основе положений контрактной системы в сфере закупок // Разведка и охрана недр. 2014. № 7. С. 59-64.

⁵ Дадыкина О.В., Дадыкин В.С. Модель геолого-экономического мониторинга в системе экономической безопасности региона // Управление в условиях глобальных мировых трансформаций: экономика, политика, право : сб. науч. тр. Симферополь, 2016. С. 106-108.

⁶ См.: Морозов А.Ф., Климов А.К. Геологическое информационное обеспечение как важнейшая часть геологоразведочного процесса. Современное состояние и перспективы // МРР. Экономика и управление. 2012. № 4. С. 4-8; О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд : федер. закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ. URL: <http://www.rg.ru/2013/04/12/goszakupki-doc.html> (дата обращения: 10.05.2017).

Поступила в редакцию 17.12.2020 г.

IMPROVEMENT OF ECONOMIC ASSESSMENT METHODOLOGY OF THE GRAPHITE AND APATITE DEPOSITS AVAILABILITY IN THE AREAS OF NEW DEVELOPMENT*

© 2021 V.S. Dadykin**

The relevance of improving the methodology of economic assessment of the availability of deposits reserves is due to the need to use the expert-analytical method in the calculations, which is based on the data of geological mapping and forecast studies, the geography of the location of mineral deposits and the economic characteristics of the forecast resources of the territory and reserves of deposits. The object of the study is the mineral resource base of reserves and forecast resources of graphite and apatite deposits on the territory of the Republic of Sakha (Yakutia). The subject of the study is the improvement of the methodology of economic assessment of the cost of geological exploration works. The purpose of this study is to improve the methodological support of geoinformation modeling of the availability of deposits reserves for the subsequent transfer of the forecast potential of minerals to the proven reserves for deposits in the areas of new development of the Republic of Sakha (Yakutia). To achieve this goal, it was necessary to solve the following tasks: to determine the methodological justification of geological and economic zoning; to form the principles of geological and economic modeling. The scientific novelty of the study is that the author improved the methodology for economic assessment of the availability of graphite and apatite deposits in the areas of new development. The practical significance lies in the possibility of using the results of the study to assess the mineral resource potential of field reserves and forecast resources in the areas of new development.

Keywords: geoinformation modeling, cost estimation of inputs, geological and economic monitoring, industrial and raw materials group, geological and economic area, mineral and raw materials unit.

Highlights:

- ◆ when forming a methodology for the economic assessment of the availability of reserves of deposits, it is necessary to proceed from the structure of a standard request for providing information about a subsurface area. One of the main principles in the formation of the methodology is the stage-by-stage conduct of geological prospecting work;
- ◆ improvement of the methodology for economic assessment of the availability of graphite and apatite deposits in the areas of new development consists in the introduction of the following geological and economic indicators into the methodology for calculating reserves: the geo-economic potential of explored reserves; the geo-economic potential of geological reserves; the geo-economic potential of forecast resources, the calculation of which takes into account the features of the geological structure and heterogeneity of deposits in the areas of new development, as well as the insufficient infrastructure availability of these fields;
- ◆ the database of geological and economic indicators accumulated over a certain period within the framework of the State Cadastre of Deposits will automatically prepare data and generate reports at the request of federal and other authorities and organizations on the state of the mineral resource base and subsurface use at the state level in order to increase the investment attractiveness of subsurface use facilities.

Received for publication on 17.12.2020

* The study was carried out with the financial support of the grant of the President of the Russian Federation to young scientists (MD-2409.2020.5).

** Valery S. Dadykin, Doctor of Economics, Professor of the Bryansk State Technical University. E-mail: dadykin88@bk.ru.