

УДК 553.31:553.003

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ИРАНА НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ИХ ИЗУЧЕНИЯ

Ր. Ս. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ<sup>1\*</sup>, Գ. Ա. ՄԿՐՏՅԱՆ<sup>2</sup>, Ա. Ր. ԳԱՐԻԿԱԼԱԵ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Кафедра поисков и разведки месторождений полезных  
ископаемых ЕГУ, Армения*

<sup>2</sup> *ООО “Мего Голд”, Армения*

В статье рассмотрены железорудные месторождения центрального Ирана. Наряду с крупными эксплуатируемыми объектами здесь выявлены многочисленные проявления. С целью выбора перспективных предлагается провести их оценку, используя метод аналогии и модели регрессионных уравнений.

**Ключевые слова:** железорудные месторождения, ускоренная экономическая оценка, технико-экономические показатели, капитальные вложения, эксплуатационные затраты.

Исламская республика Иран располагает крупнейшей экономикой в Западной Азии и обеспечена большим природно-ресурсным потенциалом, являющимся основой развития стратегических приоритетов страны. Территория страны имеет сложное геологическое строение, что предопределило большой потенциал недр Ирана. Страна богата запасами разнообразных полезных ископаемых, за счет чего входит в десятку крупнейших минерально-сырьевых держав мира (см. рисунок). Общая стоимость запасов полезных ископаемых оценивается в \$ 770 млрд. Исходя из занимаемой ею площади в 1650 млн км<sup>2</sup>, на 1 км<sup>2</sup> территории приходится \$ 466,7 тыс. Отметим, что значительная площадь страны еще не изучена и геологически не освоена.

В Иране выявлено более шести десятков видов различных твердых полезных ископаемых, на базе которых задействованы около 3-х тыс. рудников и шахт, в том числе 700 рудных предприятий с ежегодным суммарным объемом добычи 100 млн. т. На территории страны создана уникальная железорудная база с запасами железа 10 млрд. т, из которых 2,4 млрд. т относятся к исчисленным. По запасам железных руд Иран – один из лидеров горнодобывающей отрасли на Ближнем Востоке и в исламском мире и является конкурентоспособным в мировом балансе производителей железорудной продукции [1].

---

\* E-mail: [rubmov@ysu.am](mailto:rubmov@ysu.am)

Большая часть железорудных месторождений сосредоточена в центральной части страны – в Бафском, Сириджанском, Останском рудных районах, суммарные запасы которых составляют более 4,5 млрд. *т*. По данным прогнозной оценки, минерально-сырьевой потенциал названных районов по железной руде составляет до 7 млрд. *т*. Ведущим промышленным типом железорудных месторождений Ирана являются крупные плитообразные месторождения железных кварцитов.

Наиболее крупное месторождение Голегохар (Gol-e-Gohar) находится в Сириджанском рудном районе. Залегают оно в толще, сложенной серпентинитами, роговообманковыми и карбонатными породами. Промышленный горизонт сложен магнетитовыми рудами. Морфологически залежь представляет собой пластообразное

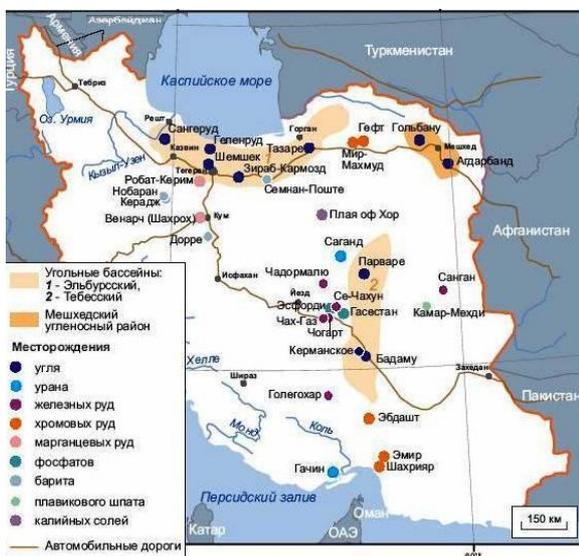


Схема размещения основных месторождений угля, урана, железных, хромовых, марганцевых руд и горно-химического сырья Ирана [1].

тело неправильной конфигурации, имеющее сложное внутреннее строение. Мощность его от нескольких метров на флангах и до 260 м в центральной части.

Рудное тело геологоразведочными работами прослежено примерно на 2000 м при ширине 150–160 м. По разрезу залежь содержит чередующиеся прослои безрудных и слабо минерализованных пород, составляющих по массе до 20%. Промышленные запасы месторождения по балансовым категориям В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> составляют 1,2 млрд. *т*, в том числе 0,96 млрд. *т* – по категории

В+С<sub>1</sub>. Месторождение разрабатывается открытым способом, годовая производительность предприятия составляет 5 млн. *т*, содержание железа в руде – около 60%. Высокое качество товарной руды и низкая себестоимость передела способствуют наращиванию годовых объемов добычи до 8,5 млн. *т* [2, 3].

Между тем отметим, что увеличение производственной мощности потребует значительных инвестиций на реконструкцию и техническое перевооружение предприятия. Здесь под реконструкцией понимается реализация проекта по переустройству основных узлов действующего предприятия, улучшения его технико-экономических показателей. Реконструкция, как правило, сопровождается значительными объемами горно-капитальных работ, расширением выемочных рудных участков. При этом необходимо решать и вопросы перевооружения, направленные на повышение технического потенциала рудника, рост производительности труда и производственной мощности. Следует исходить из того, что существенным элементом технического перевооружения рудника Голегохар является его масштаб. Производственная мощность рудника зависит от ряда условий, в том числе от природных

особенностей залегания рудной залежи, количества запасов, технологических и организационных вопросов эксплуатации. Принцип определения целесообразной производительности вообще и для рассматриваемого месторождения в частности предполагает, в первую очередь, количественную зависимость годового объема добычи руды от промышленных запасов с учетом технологически неизбежных потерь, разубоживания и экологических факторов.

Наряду с открытой системой разработки, ряд крупных месторождений металлических руд региона, таких как Шархох и другие, обрабатываются подземным способом; руды жильных месторождений (Чарзар-Мелоц) добываются комбинированным (открытым и подземным) способом. Отметим, что современное состояние открытых и подземных работ таково, что в ряде случаев открытый способ разработки в сравнении с подземным является неэффективным. В первую очередь это обусловлено высоким коэффициентом вскрыши и большими затратами на восстановление нарушенной горными работами природной среды [4]. Как известно, открытые горные работы несравненно в большей степени, чем подземные, разрушают земную поверхность и изменяют ландшафт.

Карьерные поля выработанных месторождений являются источниками деградации сопредельных к ним участков. Подземные горные работы требуют значительно меньших территорий под шахтные поля, в связи с чем существенно меньше нарушения ландшафтов, хотя и они чувствительны для природы. Нарушения поверхности здесь главным образом связаны с движениями пород, перекрывающих рудные тела. Движения на поверхности проявляются без разрыва сплошности пород в виде провалов и проседаний, а также с разрывом сплошности, которая может стать причиной обвалов, оползней и течения породных массивов. Оба способа добычи полезных ископаемых в некоторых случаях могут также изменить гидрологическую обстановку как самой территории участка работ, так и сопредельных к нему площадей.

Другой фактор – формирование отвалов пустых пород и забалансовых руд – также отрицательно воздействует на окружающую среду (пыление, загрязнение грунтовых вод и др.), последствия на практике хорошо известны (социально-экономические, санитарно-гигиенические и др.).

Значительные нарушения экологических составляющих (земельных ресурсов, водного и атмосферного бассейнов) ведущимися горными разработками в объемах, превышающих адекватные усилия восстановления природной среды в горно-промышленных районах, требуют применения экономических рычагов природоохранной деятельности. В связи с этим, одним из важных вопросов по минимизации ущерба природной среды является обоснование выбора способов отработки месторождения до конечной глубины с учетом техногенной нагрузки промышленных отходов – вскрышных пород на отвалах, отходов обогащения в хвосто-шлакохранилищах, отходов металлургического передела.

В пределах отмеченных выше рудных районов имеются десятки перспективных проявлений железа с магнетитовыми и апатит-магнетитовыми рудами с ресурсами до 100 млн. т, промышленными представителями которых являются отмеченные месторождения. Руды проявлений высококачественные и содержат до 70% магнетита и 10–20% гематита. Эти рудные объекты

изучены слабо и не прошли экономическую экспертизу. Вместе с тем, в перспективе они могут стать дополнительной сырьевой базой динамического развития рассматриваемой металлургической отрасли Ирана. Ниже мы представим вариант ускоренной оценки подобных объектов, результаты которой позволят выбрать для дальнейшего изучения наиболее перспективные и заслуживающие детального изучения железорудные проявления.

На ранних стадиях разведки месторождений полезных ископаемых в виду недостаточной достоверности исходной геологической информации технико-экономические показатели, как правило, определяют по аналоговой оценке и предварительным расчетам, по геологическим данным [5, 6]. Расчеты выполняются с уровнем, достаточным для однозначного решения вопроса об отработке объекта. По результатам данного этапа изучения решается вопрос о переходе на следующую стадию изучения. Таким образом, по исходным данным разведанных и эксплуатируемых месторождений, используя метод аналогии и модели регрессионных уравнений, можно провести ускоренную оценку рудных проявлений. Такая начальная оценка ресурсного потенциала в первую очередь предназначена для экономической ориентации инвестора в выборе объекта для промышленного освоения. При оценке железорудных месторождений необходимо учитывать также специфику сырья, требующую кооперации с топливной базой и металлургическим производством.

Используя указанные методы, с достаточным приближением можно определить ожидаемые технические и экономические показатели будущего горного предприятия. Так, связь между запасами полезных ископаемых и оптимальным годовым объемом добычи руды можно установить зависимостью типа

$$\lg A = -0,78 + 0,743 \lg Q, \quad (1)$$

где  $A$  – годовая производительность рудника с открытым способом добычи, млн  $t$ ;  $Q$  – запасы товарной руды, млн  $t$ . Например, при запасах 120 млн.  $t$ , оптимальный годовой объем добычи составит с округлением 5 млн.  $t$ .

Выбор горно-транспортного оборудования следует производить в направлении оптимизации комплекса с учетом того, что производительность экскаватора, в первую очередь, зависит от емкости ковша. Аналитическая зависимость сменной производительности экскаватора от емкости ковша может быть выражена уравнением

$$\lg A_{cym} = 2,795 + 0,804 \lg E, \quad (2)$$

где  $A_{cym}$  – сменная производительность по погрузке скальной горной массы в целике за 8 ч,  $m^3$ ;  $E$  – емкость ковша,  $m^3$ .

Выбор карьерного автотранспорта также производится в направлении оптимизации. Она считается таковой, когда емкость ковша экскаватора имеет кратное сочетание с грузоподъемностью карьерного автосамосвала. Оптимальным следует считать погрузку автосамосвала за 4÷6 рабочих циклов. Рациональное соотношение емкости ковша и грузоподъемности автосамосвала можно представить выражением:

$$G = (4 \div 6) E d \frac{q_1}{q_2}, \quad (3)$$

где  $G$  – грузоподъемность самосвала,  $t$ ;  $d$  – объемная масса,  $t/m^3$ ;  $q_1$  – коэффициент заполнения кузова автосамосвала (принимается 0,9);

$q_2$  – коэффициент разрыхления (принимается 1,5); 4÷6 – количество рабочих циклов экскаватора на погрузке автосамосвала (см. таблицу).

Емкость стандартного ковша, $m^3$	3	5	6	8	10	12	15
Производительность экскаватора за 8 ч в смену с коэф. 0,85, характеризующим работу экскаватора во времени, $m^3/смена$	930	1280	2230	2820	3370	3900	4700
Годовой объем экскаваций							
– тыс. $m^3/год$	306,9	422,4	735,9	930,6	1112,1	1287,0	1551,0
– тыс. $m$ , $d=3 m/m^3$	9207	1267,0	2200	2790	3336	3860	4650

Экономические показатели будущего горного предприятия также можно определить системой регрессионных уравнений. К экономическим факторам освоения месторождений полезных ископаемых относятся капиталоемкость строительства горного предприятия и себестоимость товарной продукции с характерным для этой отрасли риском инвестиций.

Для получения кредитного финансирования требуется разработка специального технико-экономического обоснования (ТЭО) целесообразности эксплуатации месторождения. Капиталовложение в инвестиционные проекты преследует цель их возврата и получения прибыли в приемлемом размере. На ранних стадиях экономической оценки промышленного объекта вместо подробных банковских ТЭО считается возможным допустить использование статистических способов. Объем *капитальных вложений* по укрупненным показателям для строительства карьера ориентировочно может быть определен из уравнения:

$$\lg K = 0,793 + 0,696 \lg A_{сут},$$

где  $K$  – объем требуемых капитальных вложений, млн \$ США;  $A_{сут}$  – суточный тоннаж добычи горной массы, тыс.  $m$ .

Ожидаемые *эксплуатационные затраты*, используя корреляционную связь между объемом товарной продукции и себестоимостью, можно определить из выражения

$$\lg Z = 0,86 - 0,072 \lg V,$$

где  $Z$  – затраты на добычу 1  $m^3$  горной массы, \$;  $V$  – годовой объем добычи, млн.  $m^3$ . Приведенная зависимость имеет экономический смысл и отражает связь между ожидаемой себестоимостью и объемом годовой добычи.

Экономические результаты начальной стадии оценки в первом приближении характеризуют удельные показатели, соизмеримые с затратами и товарной продукцией, обеспечивающей рентабельный уровень производства добывающего предприятия. Предлагаемый подход можно использовать и при оценке проявлений других формационных типов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.mineral.ru/Facts/world/116/140/index.html>  
Состояние рынка минерально-сырьевых ресурсов Исламской Республики Иран.
2. <http://www.ngdir.ir/MiningInfo/MineDetail.asp?PID=2693>  
National Geoscience Database of Iran.
3. [http://gsi.ir/General/Lang\\_en/Page\\_29/TypeId\\_15/BookId\\_41/Action\\_Pn3/WebsiteId\\_13/Economic.Geology.html](http://gsi.ir/General/Lang_en/Page_29/TypeId_15/BookId_41/Action_Pn3/WebsiteId_13/Economic.Geology.html)  
**Mansour Ghorbani.** The History of Economic Geology of Iran. 2002.
4. **Մկրտչյան Գ.Ա., Մովսեսյան Բ.Ս., Ալեքսանյան Կ.Ա.** Об учете экологического фактора при геолого-экономической оценке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых. // Изв. НАН РА. Наука о Земле, 2000, т. 53, № 3, с. 57–58.
5. **Մարտիրոսյան Հ.Հ.** Հանքավայրերի երկրաբանատնտեսագիտական գնահատումը որոնման փուլում: Եր., ԵՊՀ հրատ., 2006.
6. **Մկրտչյան Գ.Ա., Մովսեսյան Բ.Ս.** Оценочные кондиции для золоторудных и золото-полиметаллических проявлений. // Изв. НАН РА. Науки о Земле, 2003, т. 56, № 2, с. 39–43.

Ռ. Ս. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ, Հ. Հ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, Ա. Ռ. ԴԱՐԻԿԱԼԱՅԵՀ

ԻՐԱՆԻ ԵՐԿԱԹԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՀԱՐՑԵՐԸ  
ՆՐԱՆՑ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ ՎԱՂ ՓՈՒԼԵՐՈՒՄ

Ամփոփում

Հոդվածքում դիտարկվում են կենտրոնական Իրանի երկաթի հանքավայրերը: Այստեղ, խոշոր շահագործվող հանքավայրերի հետ մեկտեղ, բացահայտված են բազմաթիվ երևակումներ: Հեռանկարայինների ընտրման նպատակով առաջարկվում է նրանց գնահատումը կատարել կիրառելով անալոգիայի եղանակը և ռեգրեսիոն հավասարումների մոդելները:

R. S. MOVSESYAN, H. H. MKRTCHYAN, A. R. GHARIKALAYEH

ESTIMATION OF IRON ORES DEPOSITS OF IRAN AT  
THE INITIAL STAGE OF THEIR STUDY

Summary

Iron ore deposits of central Iran are considered in this article. Side by side with large exploited mines, numerous displays are revealed there. For the purpose of choosing perspective ones it is offered to spend their estimation using the method of analogy and models of the regression equations.