

ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА КОМПЛЕКСНЫХ ЖЕЛЕЗО-РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ РУД БАКЧАРСКОГО РУДНОГО УЗЛА НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В. А. Домаренко¹, Б. К. Кенесбаев², Е. В. Перегудина²

¹МПРиООС

Томск, Россия, viktor_domarenko@mail.ru

²Томский политехнический университет

Томск, Россия, kenesebayevbk@gmail.com, pere-elena@mail.ru

ASSESSMENT OF THE RESOURCE POTENTIAL OF COMPLEX IRON-RARE EARTH ORES OF THE BAKCHAR ORE NODE BASED ON COMPUTER MODELING (TOMSK REGION)

V. A. Domarenko¹, B. K. Kenesbayev², E. V. Peregudina²

¹MPRIOOS

Tomsk, Russia, viktor_domarenko@mail.ru

²Tomsky Polytechnic University

Tomsk, Russia, kenesebayevbk@gmail.com, pere-elena@mail.ru

The purpose of the work is to determine the resource potential of iron-rare-earth ores of the Bakchar ore node based on the use of computer technologies. In the course of the study, the following tasks were performed: – to give the characteristics of the area, the geological structure of the; – to study the regularities of ore formation; – to consider a framework geological and mathematical model of the ore node; – to calculate the resources and reserves of the ore node and associated minerals (phosphorus and REM).

Введение

Бакчарский рудный узел комплексных железоредкоземельных руд, являющийся составной частью Западно-Сибирского железоземельного пояса, располагается в Бакчарском административном районе в 200 км к западу от г. Томска. Площадь рудного узла 1200 км² (рис. 1). Географически, район находится на восточном склоне Обь-Иртышского междуречья центральной части Западно-Сибирской низменности.

В геоморфологическом отношении район работ расположен на Обь-Иртышском водоразделе, в долинном комплексе рек Парбиг и Бакчар, левых притоков р. Чаи. Реки типично равнинные, с сильно меандрирующими руслами и малыми скоростями течения.

Площадь работ представляет собой заболоченную и слабо всхолмленную равнину, с абсолютными отметками от 121 м на водораздельных участках до 89 м в речных долинах (рек Галка, Тетеринка, левых притоков р. Бакчар). Территория покрыта лесами, поймы рек заболочены, имеющиеся на территории болота преобладают в южной части района. Лесной покров таёжного типа. Пойменные участки и болота непроходимы для транспорта в летнее время и труднопроходимы зимой.

Климат района континентальный с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. Среднегодовая температура –0,7 – –1,6 °С. Среднегодовое количество осадков колеблется от 560 до

623 мм. Снежный покров достигает 130 см и держится до начала мая. Максимальная глубина сезонного промерзания наступает в конце марта и достигает 280 см. Преобладают ветры юго-западного и южного направлений.

Наиболее крупные населённые пункты – сёла Бакчар, Чернышевка, Поротниково с населением от первых сотен до 7000 человек. Основное занятие коренного населения – сельское хозяйство. Площадь работ пересекает высоковольтная ЛЭП. Связь с областным центром г. Томском осуществляется автомобильным транспортом по асфальтированным (г. Томск – г. Бакчар) и грунтовыми автодорогам. Ближайшая железнодорожная станция «г. Томск» находится в 235 км от участка работ (Рис. 1).

Рудоносная толща по времени формирования занимает промежуток от турона до эоцена и с несогласием залегает на морских песчано-глинистых отложениях кузнецовской свиты (сеноман-турон). Перекрывается она морскими глинистыми отложениями люлинворской свиты (эоцен).

Продуктивные отложения Бакчарского рудного узла приурочены к трем стратиграфическим уровням песчаным толщам позднемиоценового, палеоценового и эоценового возраста: нарымскому (сантон), колпашевскому (маастрихт) и бакчарскому (палеоцен-эоцен) горизонтам. Рудоносная толща сложена прибрежно-морскими и морскими осадками, содержащими горизонты оолитовых железных руд: песчаниками кварц-хлорито-сидеритового, кварц-



Рис. 1. Обзорная карта района Бакчарского железорудного узла

хлорито-глинистого состава, алевролитами, глинами, песками, гравелитами. Оолитовые железные руды отнесены к трем горизонтам, (снизу вверх) нарымскому, колпашевскому и бакчарскому. Руды залегают горизонтально с едва заметным погружением их к

востоку и северу. Железорудная толща Бакчарского узла представлена восемью пространственно разобщенными рудными телами (Рис. 2).

В этих отложениях возникали условия, благоприятные для формирования различных полезных ископаемых. Имеются признаки возможного размещения фосфоритов, руд цветных металлов, алмазов. Промышленное значение могут иметь редкоземельные фосфаты, которые придают рудам комплексный характер. Признаки фосфоритонности характерны для всех железорудных отложений. Это тонкие прослои карбонатно-фосфористых песчаников среди пород железорудного колпашевского горизонта желваки и стяжения фосфоритов фосфоритовых песчаников в нижней части разреза бакчарского горизонта. Песчаники с повышенным содержанием пятиоксида фосфора имеют, как правило, слабо выраженную оолитовую структуру. Содержание пятиоксида фосфора в таких песчаниках от 2,6–3,9, а иногда до 6,9 % [1–6, 8, 10, 11, 13, 14].

Методы и результаты исследований

Оценка прогнозных ресурсов железных руд Бакчарского рудного узла по категориям P_1 и P_2 выполнена в контурах Бакчарского лицензионного участка (530 км²) и в контурах рудного узла (1200 км²) для всех типов железных руд (рыхлых и разной степени сцементированных) методом геолого-математического моделирования с построением блочной модели при помощи программного продукта «MicroMine».

Согласно Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых [7] и Методическим рекомендациям по применению Классификации запасов к месторождениям железных руд [9,], руды Бакчарского узла,

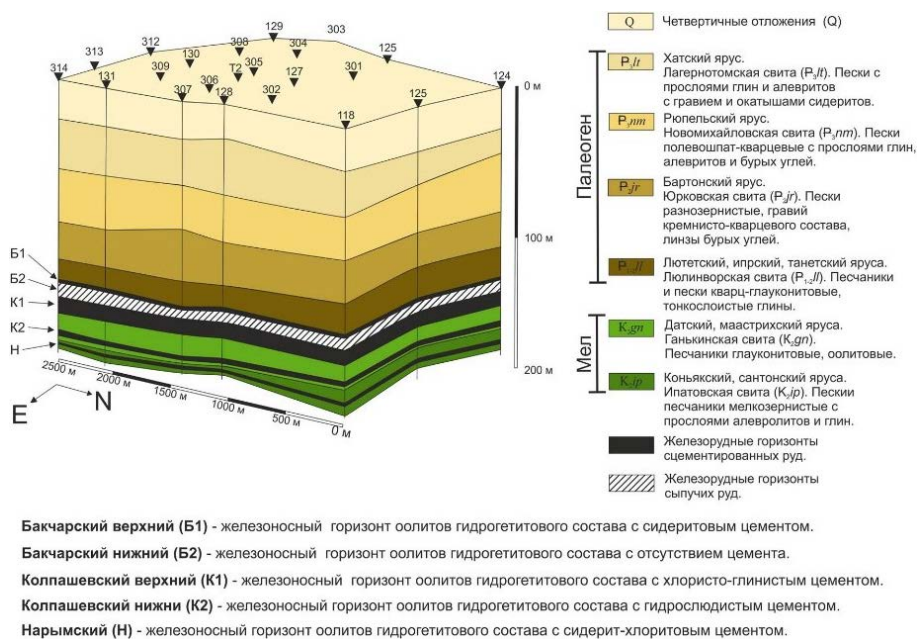


Рис. 2. Блок-диаграмма геологического строения участка

Таблица 1. Показатели изменчивости основных свойств оруденения для определения группы сложности геологического строения

Коэффициент рудоносности K_p	0,86
Показатель сложности q	0,77
Коэффициент вариации мощности V_m	39,8 %
Коэффициент вариации содержания железа V_c	18,2 %

характеризуются относительно сложным строением и достаточно выдержанным качеством руд, соответствует месторождениям 2-й группы сложности геологического строения [12].

Выделение рудных тел основано на результатах опробования. В Нарымском горизонте оконтурено рудное тело «Н» цементированных руд. В Колпашевском горизонте выделены два рудных тела «К1» и «К2», сложенных цементированными рудами. В составе Бакчарского горизонта оконтурены два рудных тела, сложенных цементированными рудами «Б1» и рыхлыми железными рудами «Б2» (рис. 3).

Объем руды определялся как произведение площади блока на его среднюю мощность. Прогнозные ресурсы определялись путём умножения объема руды на среднюю объемную массу руды (табл. 2).

С учетом среднего содержания 33 %, железа – 7 177,4 млн. т.

Рудная масса на площадь 1200 км² – 48832,8 млн. т.

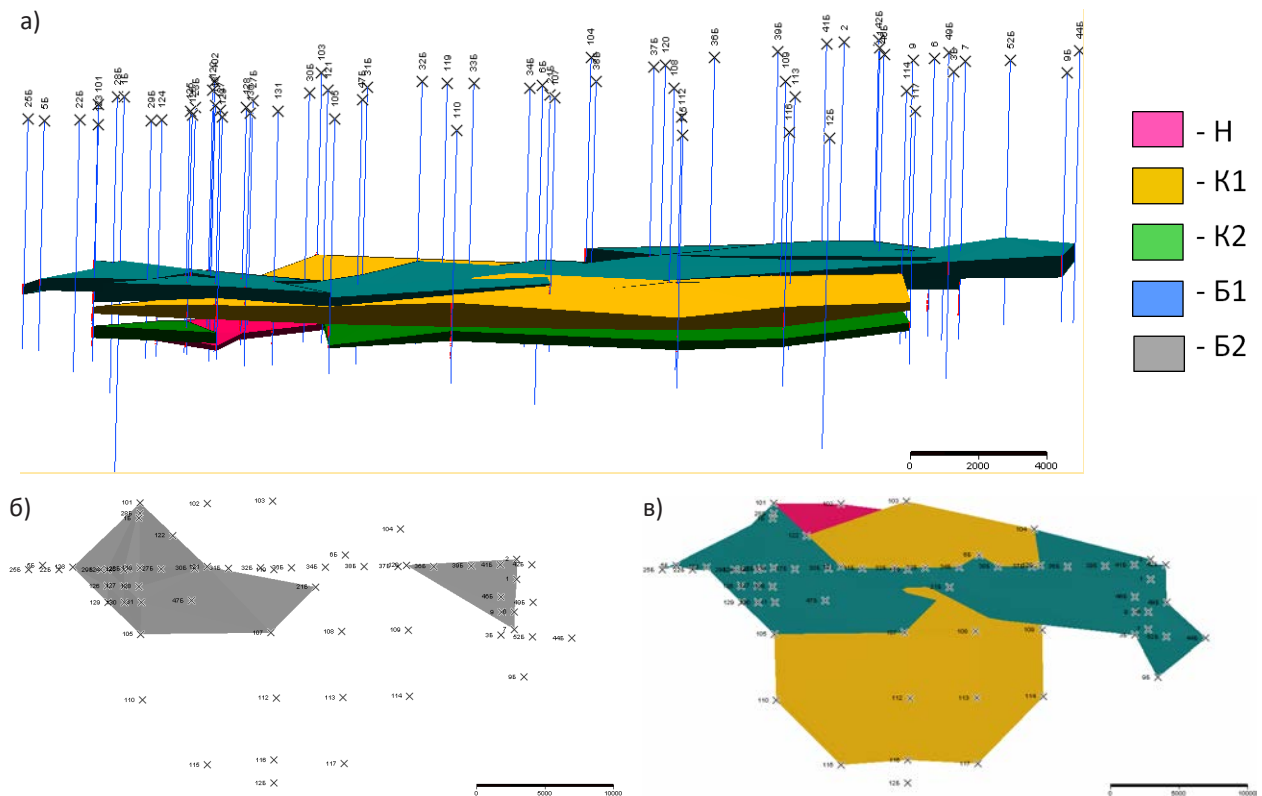


Рис. 3. Блочная модель пространственного расположения железорудных горизонтов в пределах лицензионного участка: а) общий вид; б) рыхлые железные руды; в) цементированные железные руды

Таблица 2. Результаты подсчета прогнозных ресурсов категории P_1 на Бакчарском лицензионном участке

Рудное тело	Объем (м ³)	Объемная масса (т/м ³)	Рудная масса (млн. т)	Ресурсы металла P_1 (млн. т)
Н	438376660,6	2,3	1008,3	675,5
К1	4010936045	2,3	9225,1	3044,3
К2	2345030837	2,3	5393,5	1779,9
Б (рых)	752285445	1,9	1429,3	471,7
Б (сцем)	1961515805	2,3	4511,4	1488,8
Σ	9508144793		21567,8	7177,4

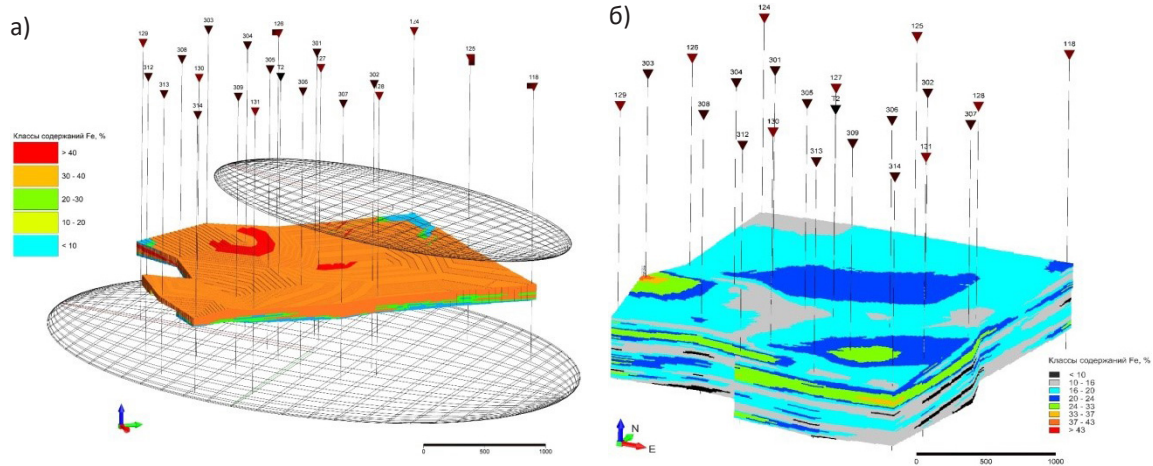


Рис. 7. Интерполированная блочная модель рудных тел: а) Б1 и Б2; б) К1, К2 и Н

Таблица 4. Результаты подсчета запасов Feобщ на участке «Западный»

Рудное тело	Объем (тыс. м ³)	Объемная масса (т/м ³)	Рудная масса (тыс. т)	Среднее содержание Fe (%)	Запасы металла C ₂ (тыс. т)	Ресурсы РЗЭ (тыс. т)
Б1	20651	2,4	49562	40,89	20263,86	24,8
Б2	46440	1,9	88236	35,01	30894,38	44,1
К1 + К2 + Н	382607	2	765215	17,3	132087	382,6
Σ	449698		903013		183245,24	451,5

размера. Эти блоки могут обладать информацией о среднем содержании полезного компонента, физико-механических свойствах пород и руд.

Геостатистический метод (кригинг) основан на математическом изучении характера изменчивости путем построения вариограмм. Таким образом, для интерполяции запасов кригингом необходимо для начала выяснить существует ли на изучаемом месторождении этот математический закон (случайная функция). Для обнаружения функции изучается изменчивость содержаний полезного ископаемого по трем направлениям осей x, y, z в зависимости от расстояния. Полученный случайный закон используется при интерполяции [6].

Важным показателем возможности использования кригинга является одномодальное распределение полезного компонента в пробах (рис. 6).

На основе анализа пространственного закона распределения полезного ископаемого настроены параметры эллипсоида, которые применены для интерполяции запасов рудных тел Б1 и Б2. Аналогично выполнен подсчет забалансовых запасов по Колпашевским и Нарымскому горизонтам сцементированных руд (рис. 7).

Литература

1. Асочакова Е. М., Автореферат дисс. на соискан. ученой степени к.г.-м.н. – Томск: ТПИ, 2015. – 22 с.
2. Белоус Н. Х. Гипергенные морские железорудные поля Средней Сибири и условия их образо-

В таблице 4 представлены результаты подсчета балансовых и забалансовых запасов по всем горизонтам участка «Западный».

Заключение

Таким образом, руды Западно-Сибирского пояса отнесены нами к комплексным железо-редкоземельным, что существенно повышает их практическую значимость.

Нами впервые в РФ проведены исследования по возможности РФА анализа для подсчета запасов осадочных железных руд.

Впервые в практике изучения пространственного размещения железосодержащих горизонтов и их частей, обогащенных фосфором и РЗЭ, Бакчарского рудного узла проведено компьютерное моделирование с применением метода кригинга и выполнен подсчет запасов и ресурсов как основных, так и промышленно значимых попутных компонентов.

Публикация осуществлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований 19-45-700001\19.

- вания. – Автореферат дисс. на соискан. ученой степени доктора геол.-мин. гаук. – Новосибирск, 1995. – 44 с.
3. Западно-Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: СО АН СССР, 1964. – 448 с.
 4. Домаренко В. А., Маслов С. Г., Сколубович Ю. В., Крауныш С. Д. Предварительные результаты исследований процесса выщелачивания бакчарских руд // Там же. – Т.1. // Минерально-сырьевая база Сибири: история становления и перспективы: Междунар. научно-практич. форум, посвящ. 100-летию выпуска горных инженеров в Сибири и 90-летию Сибгеолкома (10–13 ноября 2008 г., Томск). Т.1. – Томск: ТПУ, 2008. – С. 224–228.
 5. Домаренко В. А., Тепляков И. М., Молчанов В. И. Геотехнологические методы разработки железорудных месторождений Западно-Сибирского бассейна. В сб. «Геология и минеральные Ресурсы центральной Сибири». – Красноярск, КНИИ-ГИМС, 2001. – Вып. 2.
 6. Домаренко В. А. и др. Редкие и радиоактивные элементы в железных рудах Западно-Сибирского железорудного пояса на примере Бакчарского узла (Томская область) // Вестник науки Сибири, 2012. – № 5 (6). – С. 29–36.
 7. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых / Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 11 декабря 2006 г. – № 278.
 8. Кондаков А. Н. Фациально-геохимические особенности и механизм оолитообразования осадочных железных руд Бакчарского месторождения [Текст]: Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Томский политехн. ин-т им. С. М. Кирова. – Томск: [б. и.], 1967. – 19 с.
 9. Методическим рекомендациям по применению Классификации запасов к месторождениям железных руд / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. – Москва: 2005. – 43 с.
 10. Нагорский М. П. Примеси в железных рудах бассейна // Западно-Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: СО АН СССР, 1964. – С. 340–342.
 11. Николаева И. В. Минералого-петрографический состав, условия образования и формационная характеристика железозносных отложений Бакчарского месторождения. – Автореферат дисс. на соиск. уч. степ.к.г.-м.н. – Новосибирск, 1966. – 28 с.
 12. Рекомендации к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по технико-экономическому обоснованию кондиций и подсчету запасов твердых полезных ископаемых с использованием блочного моделирования на месторождениях различного морфологического типа. – Москва, 2014.
 13. Рудмин М. А. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ.к.г.-м.н. – Томск, ТПУ, 2016. – 28 с.
 14. Тепляков И. М., Домаренко В. А., Молчанов В. И. Железородная база XXII века (будущее делается сегодня) // Минерально-сырьевая база Сибири: история становления и перспективы: Междунар. научно-практич. форум, посвящ. 100-летию выпуска горных инженеров в Сибири и 90-летию Сибгеолкома (10–13 ноября 2008 г., Томск). – Т. 1. – Томск: ТПУ, 2008. – С. 254–266.