

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ МИНЕРАЛОГИИ,
ГЕОХИМИИ И КРИСТАЛЛОХИМИИ
РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ»
(ФГБУ «ИМГРЭ»)

Вересаева ул., 15, Москва, Россия, 121357
Тел.: (495) 443-84-28; Факс: (495) 443-90-43
E-mail: imgre@imgre.ru <http://www.imgre.ru>

№ _____

на №_12.04/11 от 02.03.2018

«Утверждаю»

Генеральный директор,
кандидат г.-м. наук



Спиридонов И.Г.

«10» апреля 2018 г

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Пикаловой Варвары Сергеевны на тему: «Геолого-экономическая оценка нового потенциально-промышленного типа ниобиевых руд на примере Большетагнинского месторождения», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – «Геология, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых, минерагения»,

Диссертация Пикаловой В. С. посвящена обоснованию промышленной значимости нового потенциально-промышленного типа ниобиевых руд Большетагнинского месторождения и выбору оптимальной схемы его освоения

Актуальность избранной темы

Ниобий – легирующий металл, обладающий тугоплавкостью, коррозионной стойкостью, устойчивостью к действию многих агрессивных сред, способностью образовывать жаропрочные, сверхпроводящие и другие сплавы.

Ниобий является одним из самых востребованных редких металлов. Экономическая целесообразность освоения редкометалльных месторождений определяется целым рядом показателей, среди важнейших из которых можно назвать: природно-территориальную доступность, относительно простой минеральный состав руд, из которых можно получать максимально ликвидные товарные продукты в целесообразном количестве, наличие рациональных технологических решений по обогащению и переделу руд.

Среди ниобиевых месторождений этим показателям в значительной мере отвечают объекты Зиминского рудного района в Иркутской области. Здесь расположены территориально сближенные ниобиевые и комплексные ниобийсодержащие месторождения – крупное Белозиминское, среднее по масштабу запасов Большетагнинское и мелкое Среднезиминское, суммарный ресурсный потенциал которых является самым значительным в России (44,6% балансовых запасов кат. А+В+С₁).

Руды Большетагнинского месторождения, в отличие от всех известных в РФ месторождений ниобия, связаны не с собственно коренными карбонатитами или развитыми по ним корадами выветривания (КВ), как обычно в мире, а с силикатными метасоматитами карбонатитового комплекса, и представляют собой **новый потенциально-промышленный тип ниобиевых руд**, которые в мире не отрабатываются.

Для руд Большетагнинского месторождения потребовалось создание нестандартной технологической схемы их переработки с получением на экономически выгодных условиях востребованной товарной продукции. На месторождении, помимо основной (ниобиевой) продукции возможно получение значительного количества высоколиквидного попутного продукта: высококалийевого микроклинового концентрата, являющегося ценным сырьем для электрокерамической промышленности, фарфорофаянсового производства и изготовления электродов.

Обеспеченность Российской Федерации редкими металлами является важным условием модернизации отечественной промышленности.

Большетагнинское месторождение является вторым по масштабам запасов среди ниобиевых месторождений Зиминского района. Простое геологическое строение, благоприятные горно-геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия позволяют вести его разработку открытым способом.

Актуальность диссертационной работы определяет проведение геолого-экономической оценки руд нового типа с учетом возможных технологических решений, а также разработки предложений по эффективному его освоению и управлению сырьевыми ресурсами Зиминского рудного района.

Новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

С целью объективной оценки потенциала освоения отечественной минерально-сырьевой базы ниобия выполнен сравнительный анализ современных геологических и минералого-технологических данных по ниобиевым месторождениям России и зарубежным объектам (Бразилии, Канады);

На основе предложенного экономического критерия оптимальности отдельного блока технологической схемы (показатель затратности) выполнен обоснованный выбор наиболее эффективного комплекса технологических решений;

На основе применения экономически эффективной инновационной технологии переработки руд обоснована целесообразность промышленного освоения Большетагнинского месторождения;

Разработана научно-обоснованная экономическая модель комплексного освоения минерально-сырьевой базы Зиминского рудного района в Иркутской области (горно-обогатительный и химико-металлургический) с оценкой эффективности их работы.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений

Достоверность полученных результатов обеспечена применением комплекса физико-химических методов исследований и современного лабораторного оборудования в соответствующих специализированных сертифицированных лабораториях.

Исследования носили комплексный характер и включали в себя: анализ и научное обобщение геологических, технологических, геолого-экономических материалов; маркетинговые исследования; экономический и инвестиционный анализы. Автором использованы результаты минералого-аналитических исследований и технологических испытаний руд, выполненных в ФГБУ «ВИМС».

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций

Выделение и обоснование промышленной значимости нового типа редкометалльного оруденения на примере Большетагнинского месторождения – пироклоровых руд в микроклиновых метасоматитах экзоконтактового ореола карбонатитов – позволяет в рамках известной рудной формации значительно расширить перспективные рудоносные площади других редкометалльных сырьевых объектов. Так, в результате анализа с этих позиций имеющихся данных по редкометалльной рудоносности Чадобецкого ультраосновного щелочного комплекса, проведенного сотрудниками ФГБУ «ИМГРЭ», на Чуктуконском месторождении редкометалльных кор выветривания карбонатитов установлено развитие нового для месторождения перспективного типа P-Nb руд в апатит-пироклоровых породах. Данные экзоконтактовые руды обрамляют руды кор выветривания карбонатитов, значительно увеличивая рудоносную площадь месторождения. Их близкое сходство с рудами Большетагнинского месторождения позволяет рассчитывать на новые находки аналогичных месторождений в метасоматических породах экзоконтактового ореола карбонатитов, в первую очередь, в пределах Томторского массива, в частности, на восточном

фланге участка Буранный. Учитывая специфику геологической позиции, вещественного состава и параметров рудоносности, руды рассмотренного типа в перспективе могут стать объектом самостоятельного оконтуривания и оценки.

Применение усовершенствованной технологии обогащения руд Белозиминского месторождения и дальнейшей переработки получаемого в качестве товарной продукции апатитового концентрата на фосфорные удобрения (аммофос) и редкоземельный концентрат показали возможный путь повышения инвестиционной привлекательности объекта.

Оценена возможность снижения импортной зависимости предприятий России по одному из остродефицитных стратегических редких металлов (ниобий) и его полного импортозамещения.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертации

Диссертация Пикаловой В.С. выполнена на высоком научном уровне, изложена достаточно четко и представляет собой законченную научно-квалификационную работу.

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, изложенных на 136 страницах машинописного текста; списка литературы из 103 наименований; содержит 15 таблиц и 27 рисунков.

Основные результаты и положения диссертации докладывались и обсуждались на 7 собраниях научной общественности (зарубежных, всесоюзных, всероссийских и региональных конференциях и совещаниях).

Основные результаты диссертации опубликованы в 12 научных работах, в том числе 5 – в изданиях по перечню ВАК Минобрнауки РФ.

Соответствие автореферата диссертации

Автореферат написан грамотным научным языком, дает целостное представление о проведенных исследованиях и соответствует основному содержанию диссертации.

Автор проанализировала состояние проблемы на момент начала исследования, сформулировала его цель, осуществила выполнение экспериментальной работы, приняла участие в разработке геолого-экономических и организационных мероприятий по подготовке минерально-сырьевой базы для крупного химико-металлургического производства в Иркутской области, а также рекомендаций по ее освоению, обсуждению полученных результатов и представлении их к публикации.

Замечания по реферату. В диссертации нет таблицы 3. Основные технико-экономические показатели освоения месторождений Зиминского рудного района. Просто словами описаны результирующие ТЭП по отдельным месторождениям.

В таблице 3 автореферата для Среднезиминского месторождения показатель рентабельности к производственным фондам не рассчитан.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

На основе проведенной геолого-экономической оценки Большетагнинского месторождения обоснованы разведочные кондиции для подсчета запасов; подсчитанные по данным кондициям запасы утверждены ГКЗ и учтены ГБЗ.

Замечания и вопросы по диссертационной работе

По разделу 2.1. Месторождения ниобия в массивах УЩК

К стр. 19 текста работы. В данном разделе и далее по всему тексту работы названия объектов и географических названий приводятся произвольно в смешанном (то в латинской, то в кириллической транскрипции) написании. Желательно отдать предпочтение какой-то одной форме, оптимальной представляется русская транслитерация или, принятое в литературе, русское название с указанием английского в скобках.

По разделу 2.3. Результаты сравнительного анализа месторождений

Сравнительный анализ геологического строения и качества руд основных отечественных и зарубежных месторождений ниобия выполнен автором по балльной системе по каждому из 9 параметров (таким как освоенность района, степень геологического изученности, сложность геологического строения, масштаб месторождения, морфология рудных тел, гидрогеологические и инженерно-геологические условия, содержание ниобия в рудах, технологическая изученность, экологическая безопасность) и рассчитана суммарная балльная оценка. При этом автором указано, что экспертно проставлены соответствующие баллы. Однако, методические принципы такой балльной оценки приведены автором в общем виде, без достаточной аргументации. В результате, предлагаемые оценки носят выраженный субъективный характер, зависящий от принятой оценивающим экспертом позиции.

Постулируемая на странице 35 работы равная степень изученности разведанных и предварительно разведанных отечественных месторождений с разрабатываемыми зарубежными неправомерна.

Вызывает некоторое сомнение полученное в результате применения предложенной балльной оценки практически равное промышленное значение одного из основных мировых эксплуатируемых объектов – канадского месторождения Сент-Оноре, расположенного в освоенном районе с отработанной технологией получения феррониобия непосредственно из пироклорового концентрата, и оцененного по временным кондициям Большетагнинского месторождения, расположенного в неосвоенном районе Восточной Сибири с технологически

сложными рудами, требующими применения развернутого технологического цикла с получением феррониобия через пентаксид ниобия (соответственно, 42 и 41 балл).

Необосновано начисление разных баллов по строке «Экологическая безопасность» рудам Большетагнинского месторождения (4 балла) и Татарского месторождения (3 балла) при, в общем-то, равной ториевой активности получаемых концентратов.

По разделу 3.3. Металлогеническое районирование и полезные ископаемые района

Особенности металлогенического районирования автором работы сведены к упоминанию Зиминского рудного узла, что не объясняет закономерностей сосредоточения редкометалльных объектов на данной площади.

В месте с тем, в работе Е. Н.Алтухова и др. Основы редкометалльной металлогении. (Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии ред. элементов, 145 с., М.: ИМГРЭ, 2005) показана закономерность формирования месторождений Зиминского рудного узла («поля» по Алтухову), связанная с наличием зрелой континентальной коры в основании, формированием множественных структур в периоды более поздних процессов тектономагматических активизаций и развитии щелочного магматизма (собственно массивы ультращелочных карбонатитов).

Также, в тексте автором рассматривается таксон ранга рудного узла, в то время, как приводимая карта показывает «Зиминский рудный район».

По разделу 4.3.2. Выбор оптимальных технологических решений

Автором проведена оптимизация по экономическому критерию трех блоков технологической схемы переработки руды Большетагнинского месторождения: обоснование экономической эффективности предварительного РРО, инновационного метода рудоподготовки и выбор технологии пиро- и гидрометаллургии полученных пирохлоровых концентратов. При этом для первого блока автор предлагает применение в качестве экономического критерия интегральных показателей оценки месторождений, а для второго и третьего блоков – промежуточного показателя эффективности, так называемого показателя затратности передела, представляющий собой величину затрат на передел, приходящейся на 1 руб. продукции, получаемой после передела, и учитывающий объем капитальных вложений. Однако, при определении показателей эффективности освоения месторождения с использованием РРО и без него автор ограничился использованием таких экономических показателей как рентабельность к общим капвложениям и срок окупаемости, которые уже не применяются в современной экономической оценки и не являются интегральными. Более правильно было бы рассчитать основной показатель оценки – ВНД (или IRR).

При расчете промежуточного показателя эффективности для инновационного метода рудоподготовки, а именно применение дробление в дробилке активного удара и последующее сухое измельчение в центробежно-ударных мельницах, автором не приведена методика определения стоимости измельченного материала, а просто указано, что это выполнено «...экспертно с учетом качества».

Для основного по значимости блока технологической схемы – вариантов химико-металлургической переработки флотационного концентрата до получения конечной товарной продукции – феррониобия, автором приведены только диаграммы, характеризующие в общем виде стоимость товарной продукции, эксплуатационные и капитальные затраты, и дается значения рассчитанного по ним показателя затратности, что снижает значимость проведенных экономических исследований автора.

К главе 5. Обоснование промышленной значимости Большетагнинского месторождения ниобия.

В разделе 5.1. Краткие маркетинговые исследования рынков товарной продукции обзор рынка товарной ниобиевой продукции дан на уровне научно популярной статьи и отражает общеизвестные факты. Характеристика минерально-сырьевой базы, особенно по России, дана в крайне усеченном виде, к которой привлечены почему-то только объекты распределенного фонда недр, и на основании супер краткой характеристики Ловозерского, Катугинского, Зашихинского и Томторского (даже без упоминания об их геолого-промышленном типе) автором дается заключение о том, что «...Россия обладает крупной потенциальной сырьевой базой, которая может обеспечить не только ближайшие потребности страны и, возможно мирового рынка, но и удовлетворить значительные прогнозируемые потребности в новых отраслях промышленности». Этим автор как бы ставит вообще под сомнение промышленную значимость оцениваемого им Большетагнинского месторождения. Хотя все перечисленные выше объекты являются комплексными и получение ниобия их них завязаны на потребление всех, заключенных в рудах полезных компонентов (тантала, редких земель и др.).

Большой, и не совсем обоснованный, объем маркетинговых исследований отведен автором на характеристику рынков товарной попутной продукции (фосфорной, полевошпатовой, редкоземельной и урановой), на долю которой в сумме приходится всего около 7% от общей стоимости товарной продукции.

К разделу 5.2. Оценка экономической эффективности освоения Большетагнинского месторождения на основе принятых технологических решений

При оценке экономической эффективности освоения Большетагнинского месторождения автором приняты цены на товарную продукцию, и в первую очередь на

феррониобий, на уровне 1270 руб./кг, что соответствует мировому уровню цен, сложившемуся после 2008 г. – 40-45 долл./кг, но при курсе рубля к доллару США порядка 30 руб./долл. После существенного увеличения курса доллара к рублю после 2014 г. (почти 2 раза), цена на феррониобий в рублевом измерении также выросла в 2 раза. Автор мотивирует использование такой заниженной цены на феррониобий тем, что потребляющие предприятия в 2008-2013 гг. использовали феррониобий именно по такой цене, и это дает возможность провести импортозамещение, выгодное потребляющим предприятиям. С одной стороны с этим можно согласиться, но с другой этим снижается экономическая значимость оцениваемого месторождения и понижается его инвестиционная привлекательность. Использование заниженной цены – цены потребителя – дает дополнительную прибыльность потребляющим ниобий предприятиям, но снижает прибыльность добывающего предприятия. А в условиях современного экономического строя России – это довольно спорный вопрос.

Утверждение автора о том, что отработка одного только Большагинского месторождения позволит удовлетворить отечественную потребность в ниобии на 40 лет также является спорной, т.к. в этом случае не предполагается никакого роста промышленного производства?

К разделу 5.3. Разработка геолого-экономической модели Большетагинского месторождения. Автором большое внимание оценкам запаса прочности проекта или оценкам рисков освоения Большетагинского месторождения в зависимости от изменения как отдельных внутренних и внешних факторов (капитальных вложений, эксплуатационных затрат, цен на товарную продукцию, объемом потребления попутной продукции), так и их совместного действия по различным вариантам. Основным показателем прочности проекта автором принят размер ЧДД, с чем можно согласиться. Хотя ЧДД является одним из интегральных показателей оценки месторождений в современных условиях совместно с ИД и ВНД.

Учитывая важное значение оценкам рисков или запаса прочности проекта освоения было бы правильнее наряду с приведенными диаграммами изменения ЧДД привести и табличные варианты расчетов, особенно в случаях совместного действия различных факторов. В случае не приведения в диссертации выполненных расчетов, следовало бы дать более четкую характеристику полученных диаграмм изменения запасов прочности проекта.

В разделе 5.3.3. Моделирование вариантов совместного освоения Большетагинского месторождения... в диссертации не упоминаются работы по актуализации геолого-экономической оценки месторождений редких металлов, в том числе входящих в Зиминский рудный район, а также исследования по разработке сценариев в области воспроизводства и использования редких металлов в РФ, в том числе и ниобия, на

долгосрочную перспективу, проведенные в 2012-2016 г. в ФГБУ «ИМГРЭ» в рамках государственных контрактов.

Для совместного освоения в рамках Зиминского рудного района автором в соответствии с 4-мя сценариями выбраны наряду с Большетагнинским месторождением Белозиминское ниобиевое месторождение, представленное кораами выветривания карбонатитов, Среднезиминское уран-тантал-ниобиевое месторождение гатчеттолитовых руд в карбонатитах и Большетагнинское флюоритовое рудопроявление.

С привлечением к освоению одного из крупнейших по запасам ниобия Белозиминского месторождения, представленного кораами выветривания карбонатитов с невысокими содержаниями ниобия (0,5%), можно согласиться, учитывая проведенную автором переоценку его в современных экономических условиях и с применением новых технологических схем добычи и переработки. В качестве замечания – автор приводит только результирующие интегральные показатели эффективности освоения объекта ЧДД, ИД и ВНД и только в тексте. Следовало бы привести таблицу основных ТЭП освоения Белозиминского месторождения, в том числе и для сопоставления с ТЭП по Большетагнинскому.

Совершенно не обосновано привлечение к совместному освоению Среднезиминского месторождения гатчеттолитовых руд в карбонатитах, которое является бедным как по содержанию ниобия, так и тантала, характеризуется труднообогатимыми рудами и не представляет промышленной ценности как источник ниобия или тантала. Автор приводит неактуализированные к современным условиям данные со странной, не подкрепленной расчета, формулировкой – приемлемый показатель рентабельности.

По Большетагнинскому месторождению флюорита также не приведены никакие экономические расчеты. Кроме того, авторские запасы и прогнозные ресурсы для целей оценки переводятся в условную кат. С₂, а не С₁, как указывает автор.

Для реализации сценариев автором выполнены расчеты основных ТЭП совместной отработки объектов по крайне ограниченному количеству показателей. где результирующим показателем эффективности освоения объектов Зиминского рудного районе принята рентабельность к производственным фондам – показатель, применяемый в советское время к объектам, отработываемым за счет государственных средств.

Следовало бы просчитать современные интегральные показатели эффективности совместного освоения месторождений Зиминского рудного района, тем более, что освоение их будет значительно растянуто во времени и потребует существенного размера инвестиций (десятки млрд. руб.), причем, в основном, за счет инвесторов, а не государства.

В списке литературы есть одна ссылка на раннюю (1995 г.) совместную публикацию А.В.Лапина и А.В.Толстова и одна ссылка на публикацию А.В.Лапина. В тоже время, А.В.Лапин и А.В.Толстов провели и опубликовали за последние 5 лет более 10 научных аналитических работ по изучению особенностей сложных комплексных редкометалльно-редкоземельных руд.

Замечания по оформлению диссертации. В части оформления работы, для удобства восприятия, в начале работы целесообразно поместить список сокращений.

Отмеченные вопросы и замечания не снижают общей положительной оценки диссертации и не ставят под сомнение основные выводы и результаты. Соискателем собран и систематизирован огромный объем разноплановых материалов, выполнен обоснованный выбор наиболее эффективного комплекса технологических решений. Разработана научно-обоснованная экономическая модель комплексного освоения минерально-сырьевой базы Зиминского рудного района в Иркутской области (горно-обогачительный и химико-металлургический) с оценкой эффективности их работы.

Заключение

На основании вышеизложенного ведущая организация считает, что диссертация Пикаловой Варвары Сергеевны на тему: «Геолого-экономическая оценка нового потенциально-промышленного типа ниобиевых руд на примере Большетагинского месторождения», является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненной геолого-экономической оценки Большетагинского месторождения ниобия с учетом результатов применения комплекса современных методов переработки руд и принятия обоснованных проектных решений доказана инвестиционная привлекательность данного объекта. Проведенный комплекс исследований (минералогических, технологических, маркетинговых и др.) позволил включить данный объект в один ряд с уже известными и перспективными для освоения месторождениями ниобия.

Диссертация соответствует паспорту заявленной специальности 25.00.11 – Геология, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых, минерагения, а именно **формуле специальности** («изучение особенностей геологического строения различных типов месторождений полезных ископаемых» и «совершенствование методов оценки, поисков и разведки геологических объектов различных иерархических уровней») и пунктам 1 и 4 **области исследований** паспорта специальности (П.1 «Условия образования месторождений твердых полезных ископаемых: генетические и промышленные типы

месторождений, их классификация»; П.4 «Прогнозирование, поиски, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений»).

Анализ представленной диссертации «Геолого-экономическая оценка нового потенциально-промышленного типа ниобиевых руд на примере Большетагнинского месторождения» позволяет сделать вывод, что работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (в ред. Постановления Правительства РФ от 21.04.2016 №335).

Соискатель Пикалова В.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности по специальности 25.00.11 – Геология, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых, минерагения.

Диссертация и отзыв обсуждены на заседании Ученого совета ФГБУ «ИМГРЭ» с приглашением специалистов и сотрудников отделов «Информационно-аналитическое обеспечение работ по воспроизводству минерально-сырьевой базы редких металлов» и «Оценка качества минерального сырья» (Протокол №.1 от «09» апреля 2018 г.).

Заместитель генерального директора
ФГБУ «Институт минералогии, геохимии и
кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ)»,
доктор геолого-минералогических наук
Левченко Елена Николаевна
Диссертация защищена по специальности
25.00.05 – «Минералогия, кристаллография»



09.04. 2018

121357, г. Москва,
ул. Вересаева, 15,
тел.: +7(495) 443-89-77
e-mail: lev_imgre@rambler.ru

Подпись Левченко Е.Н. заверяю

Начальник отдела кадров



(С. Н. Кандаева).