

РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ ТОМТОРА: ЕСТЬ ЛИ КОМПРОМИСС МЕЖДУ ЭКОЛОГИЕЙ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ЭФФЕКТАМИ?

Н.Ю. Самсонов, ст. научн. сотр. Института экономики и организации промышленного производства, СО РАН, г. Новосибирск, канд. экон. наук, samsonov@ngs.ru

Я.В. Крюков, ст. научн. сотр. Института экономики и организации промышленного производства, СО РАН, г. Новосибирск, канд. экон. наук, zif_78@mail.ru

В.А. Яценко, мл. научн. сотр. Института экономики и организации промышленного производства, СО РАН, г. Новосибирск, yatsenko.viktor@gmail.com

А.В. Толстов, зам. дир. Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН г. Новосибирск, д-р геол.-мин. наук, tols61@mail.ru

Сформулированы основные аспекты, оказывающие влияние на экологическую систему Арктического региона Республики Саха (Якутия) при предстоящей разработке редкоземельного месторождения Томтор (участки Буранный, Северный и Южный). Предложены способы решения проблем, учитываемые при освоении уникального объекта, рассчитаны получаемые социально-экономические эффекты.

Ключевые слова: экология, экосистема, Томтор, Арктическая зона, редкоземельные металлы, наилучшие доступные технологии, социально—экономические эффекты.

RARE-EARTH RAW MATERIAL OF TOMTOR DEPOSIT: IS THERE A COMPROMISE BETWEEN ECOLOGY AND SOCIO-ECONOMIC EFFECTS?

N. Yu. Samsonov, Senior Researcher, Institute of Economics and Organization of Industrial Production of SB RAS, Novosibirsk, Doctor of Economics, samsonov@ngs.ru

Ya. V. Kryukov, Senior Researcher, Institute of Economics and Organization of Industrial Production of SB RAS, Novosibirsk, Doctor of Economics, zif_78@mail.ru

V. A. Yatsenko, Researcher, Institute of Economics and Organization of Industrial Production of SB RAS, Novosibirsk, yatsenko.viktor@gmail.com

A. V. Tolstov, Deputy Director, Institute of Geology and Mineralogy named after V.S. Sobolev of SB RAS, Novosibirsk, Ph. D. of Geology and Mineralogy, tols61@mail.ru

The main aspects influencing the ecological system of the Arctic region of the Republic of Sakha (Yakutia) with the forthcoming development of the rare earth Tomtor are formulated. Methods of solving problems taken into account when mastering a unique object are proposed, and the resulting socio-economic effects are calculated.

Keywords: ecology, ecosystem, Tomtor, Arctic region, rare earth metals, best available technologies, social and economic effects.

В России и за рубежом широко развиты научные направления, исследующие экологические аспекты экономики и экологические вопросы природопользования. Наиболее встречающиеся проблемы связаны с развитием законодательной и институциональной системы экологического мониторинга регионов и субъектов хозяйственной деятельности, организации экологического аудита, формирования экологических каркасов территорий, разработки систем управления экологическими рисками и еще множество достаточно узких тем. Экология и экономика освоения ресурсов – в основном, малоизученная сфера, что во многом объяс-

няется дефицитом необходимой для проведения исследования комплексной информации об экологических, геологических, геохимических параметрах природных объектов.

2017 год объявлен в России Годом экологии, что придает новый импульс работе по совершенствованию природоохранного законодательства, внедрению современных ресурсосберегающих технологий, переходу российских предприятий на их использование, в особенности в условиях Арктического региона. Эта проблематика напрямую касается рационального освоения его минерально-сырьевой базы российской горнодобывающей отрасли, поэтому основная задача стоит в паритете экологической составляющей и получении значимых социально-экономических эффектов.

Россия обладает уникальным набором месторождений полезных ископаемых, способных в долгосрочном периоде полностью обеспечить текущие и прогнозируемые внутренние потребности нашей экономики и существенно нарастить объем экспортных поставок [1]. Особое место в структуре полезных ископаемых, прежде всего из-за уникальных физико-химических свойств и востребованности высокотехнологичной продукции, занимают редкоземельные металлы (РЗМ).

В 2020 г. в промышленную эксплуатацию вводится участок Буранный Томторского ниобий-редкоземельного месторождения, пироклор-монацит-крандаллитовые руды которого характеризуются уникально высокими абсолютными концентрациями оксидов РЗЭ. На лицензированном Буранном участке Томторского рудного поля ООО «Востокинжиниринг» к настоящему времени выполнены разведочные работы, ведется подготовка к освоению месторождения. На Северном и Южном участках в 2016 г. завершены оценочные работы, и их запасы будут учтены Государственным балансом. В результате этого уникальные ниобий-редкоземельные ресурсы месторождений Томторского рудного поля существенно повысят совокупные разведанные запасы РЗМ, а также ниобия и скандия, что подтверждает ранг Томторского рудного поля как мирового эталона редкоземельных месторождений-гигантов [2].

Важнейшим отличием, влияющим на экосистему Томторского рудного поля, является исходный состав руд месторождения:

1. Железородная залежь нижнего структурного этажа с запасами, превышающими 500 млн тонн до глубины 500 метров (комплексные железо-фосфорные руды с сопутствующими компонентами, РЗЭ, РЗМ).

2. Пироклор-монацит-крандаллитовые руды переотложенных кор выветривания верхнего рудного горизонта, имеющие исключительно «пестрый» геохимический спектр сопутствующих компонентов, в том числе тяжелых металлов и элементов-токсикантов 1–4 классов экологической опасности.

Существующие принципы и методы оценки экологического состояния окружающей среды определяют необходимость последовательного изучения природного объекта на основе изменения природных сред и исходных параметров экосистемы (табл. 1) в результате техногенеза. Этот процесс основывается на экономических интересах компании-недропользователя, а также социально-экономических интересах региональных и местных властей, а также населения, проживающего в районе места ведения хозяйственной деятельности.

Разработка месторождения как открытым, так и подземным способом вызывает существенные изменения в окружающей среде, которые определяются двумя группами факторов:

- нарушением поверхности над обрабатываемым месторождением;
- формированием в районе горнодобычных работ отвалов вскрышных пород и забалансовых руд.

Все другие действующие факторы являются интегральной составляющей этих двух главных факторов. При этом изменения, происходящие в состоянии и свойствах мерзлых пород и руд, оказывают соответствующее воздействие на ландшафты, поверхностные воды, почвы, атмосферу, а через них – на экологические системы. При прогнозе техногенных изменений природной среды вследствие разработки месторождения определяется, что геологическая

среда, входящая в экологическую систему в естественном залегании, находится в условиях равновесия. Это равновесие нарушается при разработке месторождения.

Таблица 1

Главные характеристики естественного состояния экосистемы Томторского рудного поля

Параметры экосистемы	Основные характеристики
Природно-климатические условия	Рельеф структурно-денудационный, слабо расчлененный, носит равнинный, полого-увалистый характер. Климат – субарктический с чертами континентального
Растительность и почвы	Территория относится к Среднесибирскому ботанико-географическому региону, и входит в состав Оленекской ботанической провинции северо-таежных редкостойных лесов из лиственницы даурской. Распространены лиственнично-кустарниково-мохово-лишайниковые леса. Почвенный состав однороден и представлен подзолистыми, дерново-подзолистыми почвами с низким содержанием гумуса
Геологическая среда и ее геохимические особенности	Геологическое строение обусловлено приуроченностью к Уджинскому сводовому поднятию, в пределах которого выявлены массивы щелочно-ультрамафитовых пород Томтор, Богдо и Промежуточный, а также широко проявлен, особенно в пределах зоны глубинных разломов, полиформационный магматизм (базитовый, щелочно-ультраосновной, кимберлитовый)
Тектонические и ландшафтно-геохимические особенности района	Массив расположен на северо-восточной окраине Сибирской платформы, в области сочленения Анабарского и Оленекского поднятий с Лено-Анабарским краевым прогибом. В настоящее время рассматриваемый район представляет собой пенепленизированную поверхность с пологоволнистым рельефом
Геохимическая характеристика	Основное влияние на формирование геохимического облика современной экосистемы массива оказывают породы гипергенного комплекса, в составе которых участвуют образования каолинит-карналлитового, сидеритового, гетитового, франколитового горизонтов и плащевых кор выветривания
Биогеохимические параметры	Типичная растительная ассоциация района: лиственнично-кустарниково-мохово-лишайниковые редколесья.
Гидрогеохимические особенности	Поверхностные воды района работ приурочены к бассейнам трех основных водотоков: р.р. Чимара, Онгкучах, Уджа
Радиационный фон	Район массива Томтор сопровождается повышенной естественной радиоактивностью (источником является зона торий-редкоземельного и ниобиевого оруденения). Радиоэкологическая обстановка экологически удовлетворительная, не представляющая собой опасности для живого мира

При нарушении равновесного состояния месторождения, представляющего собой определенный объем горных пород и руд, неизбежны явления, характеризующиеся деформациями, разрушением и перемещением десятков и сотен тысяч кубических метров руды и вскрышных пород (мерзлых грунтов). При освоении Томторского месторождения целесообразно учитывать следующие аспекты и факторы, влияющие на экосистему и решение соответствующих проблем (табл. 2).

1. *Повышенная естественная радиоактивность* руд составляет первую проблему освоения месторождения, поскольку требует принятия специальных мер, необходимых для предотвра-

щения ее распространения и возможного негативного воздействия радиации на людей. В целом невысокие радиологические характеристики кондиционных руд, по сравнению с объектами-аналогами, в целях безопасности персонала дают основание рекомендовать при разработке месторождения руководствоваться правилами и нормативами как при работе с радиоактивными рудами. Ограничений на перевозку кондиционных пироклор-монацит-крандаллитовых руд, естественная радиоактивность которых находится на уровне 50–300 мкР/час, в герметичных контейнерах, как автомобильным, так и водным (речным и морским) транспортом не существует. Главное требование, относящееся к отработке и транспортировке руды, соблюдать которое необходимо по всей цепочке «от карьера до комбината», – не допускать просыпания руды, что должно неукоснительно соблюдаться при любой схеме освоения месторождения.

Таблица 2

Факторы, влияющие на экосистему и решение соответствующих проблем

Особенности, влияющие на экосистему	Учет особенностей, влияющих на экосистему
Повышенная естественная радиоактивность руд	Контроль производственных процессов, учет действующих нормативов при добыче и транспортировке руды
Условия залегания переотложенных руд при выемке руд	Наиболее щадящий механический (безвзрывной) способ подготовки горной массы к выемке
Транспортировка руды	Соблюдение требований и режима к перевозке руд (тарирование в специальную сертифицированную тару производственно-технического назначения, исключая ее просыпание), контроль радиационного фона при добыче, транспортировке и перевалке
Технологические особенности переработки руд	Технология химического разложения исходной руды на удаленном химико-металлургическом заводе, контроль технологических процессов работы горнодобывающего комплекса
Экологические проблемы	Мониторинг с целью контроля состояния окружающей среды, природных ресурсов и источников антропогенного воздействия. Внедрение системы экологического менеджмента, технологий снижения загрязнений в производственной деятельности (обращение отходов, утилизация отработанных нефтепродуктов, резинометаллических изделий, шин, лома и пр.)

2. *Горно-геологические особенности* отработки месторождения обусловлены уникальными параметрами и условиями залегания руд, которые в целом являются весьма благоприятными для отработки открытым способом (карьером) максимальной производительностью 250 тыс. тонн руды в год. Опыт работ при добыче такого незначительного объема в подобных условиях отсутствует, поэтому принятый открытый способ отработки требует тщательного подхода к решению природоохранных мероприятий. При этом горнодобывающему предприятию необходимо уже на стадии проектирования учесть все возможные варианты выемки руды для минимизации ущерба, неизбежно наносимого окружающей природе. Исходя из условий экологической безопасности и учитывая невысокие прочностные характеристики руды, на Буранном участке возможно применение более щадящего механического (безвзрывного) способа подготовки горной массы к выемке.

3. *Транспортировка руды.* В соответствии с санитарными правилами томторские руды с повышенной естественной радиоактивностью нормируются по показателям радиоактивного излучения на поверхности упаковки и транспорта и не имеют ограничений по перевозке в специальной таре и упаковке производственно-технического назначения, не допускающей рассеивания и распыления рудной массы.

4. *Технологические особенности переработки руд.* В плане экологических последствий особое внимание должны привлекать технологические процессы работы горнодобывающего комплекса (образующиеся отвалы вскрышных пород, рудные склады и склады забалансовых и некондиционных руд, хранилища топлива, отработанных ГСМ, производственных материалов и веществ, захоронения отходов и др.).

5. *Экологические проблемы.* В результате специализированных эколого-радиометрических исследований, выполненных на территории объекта после завершения разведки, установлены основные оценочные геохимические параметры и определен естественный радиационный фон, которые в принципе не вызывают проблем для начала освоения месторождения. Однако при отработке возникают опасения попадания руды на почву, растительность и, в конечном итоге, в современные водотоки района, что обусловлено хранением некондиционных руд в отвалах, из которых неизбежен эоловый и водный разнос частиц руды. Поэтому с начала работы горнодобывающему предприятию необходимо организовать мониторинг, цель которого – контроль состояния окружающей среды, природных ресурсов и источников антропогенного воздействия. Учитывая нерастворимость основных минеральных компонентов руды в водной среде и ограниченную возможность переноса тяжелых рудных частиц ветром, непосредственное влияние отработки месторождения на окружающую природу будет незначительным [3, 4].

Предстоящая экономико-хозяйственная деятельность предопределяет внимание к оценке параметров природного фона экосистемы Томторского массива, направленное на минимизацию неизбежных экологических последствий от ведения горно-добычной деятельности на объекте. Таким образом, *речь идет о масштабном инновационном технологическом оснащении предприятия по разработке запасов, в результате чего негативное воздействие на окружающую среду в технологической цепочке горнодобывающего предприятия может быть минимизировано за счет внедрения лучших доступных технологий.*

При оценке социальной эффективности ведения хозяйственной деятельности необходимо учитывать рост доходов бюджетных средств и социально-экономического благополучия населения региона или района. Для этого выполнены стандартные экономические расчеты эффективности перспективного освоения двух участков (Северный и Южный) Томторского месторождения редкоземельных металлов, определяющие все ключевые показатели (NPV, internal rate of return, profitability index, discounted payback period). Однако в качестве главных параметров прямых социально-экономических эффектов для региона далее приведены данные расчетные данные бюджетной эффективности, а также условия и возможности привлечения персонала из числа местного населения Республики Саха (Якутия).

Трудоспособное население непосредственно в районе Томторского рудного поля отсутствует, а ближайший населенный пункт (нежилой поселок Эбелях) расположен в 110 км к западу от Томторского рудного поля на реке Анабар. В 320 км к западу находится поселок Оленек (административный центр Оленекского улуса), в 120 км к западу расположен наслег Жилинда, в 140 км к северо-западу расположен поселок Саскылах (административный центр Анабарского улуса). Трудовые ресурсы в указанных населенных пунктах незначительные, трудоспособная часть населения занята на работах в недавно созданном промышленном предприятии по добыче алмазов и практически не может быть задействована. Основная часть квалифицированных специалистов и рабочих может быть привлечена из других населенных пунктов Республики Саха (Якутия), а инженерно-технический персонал из других российских городов и регионов. Ввиду локального подхода к освоению общая численность занятых на горно-добычном переделе составит около 100 чел., для которых предполагается вахтовый метод работы, предусматривающий замену составов структурных подразделений через 45–60 дней.

Размер заработной платы принимается, исходя из необходимости обеспечения приемлемого уровня оплаты труда, позволяющего привлечь и удержать на предприятии мотивиро-

ванный и квалифицированный персонал. Он основывается на фактических данных о фонде оплаты труда работников добывающей промышленности в Якутии: средняя заработная плата в добывающей промышленности – одна из самых высоких, она составляла в 2016–2017 гг. около 135 тыс. руб. в месяц.

Бюджетная эффективность освоения месторождения Томторское (участков Северный и Южный, при варианте однопроцентного бортового содержания по Nb_2O_5) рассчитана как сумма всех поступлений и отчислений в бюджеты РФ разных уровней за весь период (жизненный цикл) эксплуатации. Расчеты показывают, что совокупные доходы от налогов, сборов и платежей, поступающих в республиканский и местный бюджеты, многократно превосходят потоки в федеральную казну, на которую приходится только 4,5% всех поступлений. Добыча редкоземельного сырья в Республике Саха (Якутия) позволяет республиканскому и местному бюджетам получать практически весь доход от образуемых налогов, сборов и платежей – 95,5%. Из них наиболее существенными являются налоги, доминирующая часть которых остается в регионе, – это НДС на твердые полезные ископаемые (100% в субъекте федерации; в отличие от передачи всего «топливно-энергетического» НДС в федеральный бюджет), а также 90% налога на прибыль, табл. 3.

Таблица 3

Распределение показателей бюджетной эффективности по уровням бюджета, млн руб.

Наименование налогов, сборов и платежей	Распределение по уровням бюджета					
	Федеральный		Региональный (республиканский)		Местный	
	За 1 год	За 20 лет*	За 1 год	За 20 лет*	За 1 год	За 20 лет*
Налог на прибыль	80,2	1362,7	721,9	12263,4	0	0
Налог на имущество	0	0	70,5	1282,0	0	0
НДС	0	0	511,3	8755,0	340,8	5836,7
НДФЛ	0	0	12,5	225,3	33,8	609,3
Транспортный налог	0	0	7,6	140,7	0	0
Регулярный платеж за пользование недрами	0	0,2	0	0,4	0	0
Плата за размещение отходов	0,1	1	0	0	0	0
Плата за выбросы загрязняющих веществ	0,3	5,2	0	0	0	0
Всего	80,6	1368,4	1323,8	22666,8	374,6	6446,0

* Период эксплуатации.

В заключение следует отметить, цель выполненных исследований, результаты которых изложены в статье, достигнута. Во-первых, показаны особенности геологических, геохимических и экологических условий, в которых находится объект природопользования и спрогнозированы техногенные изменения экосистемы при его разработке. Во-вторых, составлены рекомендации по проведению природоохранных мероприятий, направленных на минимизацию влияния хозяйственной деятельности на экологическую систему арктической террито-

рии. В-третьих, определены и рассчитаны объемы экономических выгод, которые распределяются, прежде всего, на социально-экономическое развитие региона и муниципального района, в котором находится природный объект. Таким образом, авторы делают вывод, что действующие требования природоохранного законодательства, ориентированные на минимизацию экологического вреда, не должны блокировать новые центры экономической и хозяйственной деятельности горнодобывающей промышленности, в том числе в арктических территориях. При этом важно находить компромисс между «закручиванием гаек» в отношении разумных экологических требований и реальными возможностями бизнеса создавать новые точки экономической активности, от которых зависят траектории развития целых регионов и их отдельных территорий.

Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ 17-32-00048 «Исследование влияния на экосистему Арктической зоны Республики Саха (Якутия) при разработке месторождения редкоземельных руд с учетом оценки социально-экономических эффектов» (рук. Толстов А.В.).

Список литературы

1. Похиленко Н.П., Толстов А.В., Афанасьев В.П., Самсонов Н.Ю. Новые механизмы государственного управления минерально-сырьевой базой стратегических полезных ископаемых Арктической зоны Сибири и Дальнего Востока // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2016. № 5. С. 60–63.
2. Белов С.В., Лапин А.В., Толстов А.В., Фролов А.А. Минерагения платформенного магматизма (траппы, карбонатиты, кимберлиты). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 537 с.
3. Толстов А.В., Гунин А.П. Комплексная оценка Томторского месторождения // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2001. № 11. С. 14–160.
4. Толстов А.В., Лапин А.В., Похиленко Н.П., Овчинников К.В. Скандий и иттрий Томторского рудного поля // Цветная металлургия. 2015. № 4. С. 37–43.

References

1. Pohilenko N.P., Tolstov A.V., Afanasyev V.P., Samsonov N.Yu. (2016) *Novye mekhanizmy gosudarstvennogo upravleniya mineral'no-syr'evoy bazoy strategicheskikh poleznykh iskopaemykh Arkticheskoy zony Sibiri i Dal'nego Vostoka* [New mechanisms of state management of the mineral and raw materials base of strategic minerals of the Arctic zone of Siberia and the Far East] *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie* [Mineral resources of Russia. Economics and Management. No. 5, pp. 60–63.
2. Belov S.V., Lapin A.V., Tolstov A.V., Frolov A.A. (2008) *Minerageniya platformennogo magmatizma (trappy, karbonatity, kimberlity)* [Minerageny of platform magmatism (traps, carbonatites, kimberlites)] *Izd-vo SO RAN* [Publishing house of the SB RAS]. Novosibirsk, p. 537.
3. Tolstov A.V., Gunin A.P. (2001) *Kompleksnaya otsenka Tomtorskogo mestorozhdeniya* [Integrated assessment of the Tomtor deposit] *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya* [Bulletin of Voronezh State University. Series: Geology]. Voronezh, No. 11, pp. 144–160.
4. Tolstov A.V., Lapin A.V., Pohilenko N.P., Ovchinnikov K.V. (2015) *Skandiy i itriy Tomtorskogo rudnogo polya* [Scandium and yttrium of the Tomtor ore field] *Tsvetnaya metallurgiya* [Non-ferrous metallurgy]. No. 4, pp. 37–43.