

условия, обеспечивающие оптимальные режимы процесса в зависимости от минерального состава сырья.

**Заключение.** Эффективность и оптимальный режим переработки руд определяются их строением, минеральным составом, индивидуальными кристаллохимическими особенностями и физическими свойствами слагающих их минералов. Определяющее значение имеет характер и степень раскрытия рудных минералов. Поэтому при разработке технологического передела руд необходимо располагать наиболее полными сведениями о минералогических и технологических свойствах руд, что позволяет прогнозировать их поведение в технологических процессах.

Минералого-технологическое изучение карбонатных марганцевых руд разных месторождений показало, что перспективы освоения данного вида минерального сырья могут быть связаны с применением технологий их передела гидрометаллургическим способом. Результаты проведенных исследований и экспериментальных испытаний показали принципиальную возможность извлечения марганца из карбонатных марганцевых руд Тыньинского, Порожинского и Усинского месторождений кальций-хлоридным способом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Карбонаты: Минералогия и химия* / Под ред. Ридер Р. Дж. М. — Мир, 1987. — 496 с.
2. *Марганец (Минерально-сырьевая база СНГ. Добыча и обогащение руд.)* / К.Н. Трубецкой, В.А. Чантурия, А.Е. Воробьев и др. — М.: Изд-во Академии Горных наук, 1999. — 271 с.
3. *Машковцев, Г.А.* Перспективы освоения и развития минерально-сырьевых баз критических ТПИ / Г.А. Машковцев, Ю.А. Хижняков, Д.С. Козловский, В.Ю. Самойлов, А.А. Фатеева // *Разведка и охрана недр.* — 2017. — № 2. — С. 3–10.
4. *Толстогузов, Н.В.* Влияние параметров обработки на извлечение и качество кальций-хлоридного концентрата из Усинской карбонатной руды / Н.В. Толстогузов, И.А. Селиванов, И.Е. Прошунин / *Теория и практика металлургии марганца.* — М.: Наука, 1990. — С. 106–111.
5. *Чернобровин, В.П.* Комплексная переработка карбонатного марганцевого сырья: химия и технология / В.П. Чернобровин, В.Г. Минин, Т.П. Сирин, В.Я. Дашевский. — Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2009. — С. 130–141.
6. *Шарков, А.А.* Минерально-сырьевая база марганца России и проблемы ее использования / А.А. Шарков // *Разведка и охрана недр.* — 2000. — № 11. — С. 15–19.

© Коллектив авторов, 2018

Лихникевич Елена Германовна // [likhnikееvich@mail.ru](mailto:likhnikееvich@mail.ru)  
Ожогина Елена Германовна // [vims-ozhogina@mail.ru](mailto:vims-ozhogina@mail.ru)  
Якушина Ольга Александровна // [yak\\_оa@mail.ru](mailto:yak_оa@mail.ru)  
Фатов Андрей Сергеевич // [infiniti400@mail.ru](mailto:infiniti400@mail.ru)

УДК 553.9: 574 + 669/85/86

**Луговская И.Г., Соколова В.Н., Ануфриева С.И., Казанов О.В. (ФГБУ «ВИМС»)**

#### ШУНГИТОВЫЕ ПОРОДЫ — ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СОЗДАНИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ

*Определено понятие «зеленые» технологии. Рассмотрены возможности использования шунгитовых пород Карелии в качестве сорбционных материалов, наполнителей при*

*создании «зеленых» технологий. Предложены новые подходы для развития минерально-сырьевой базы шунгитовых пород, включающие комплексное использование добываемого сырья. **Ключевые слова:** «зеленые» технологии, окружающая среда, шунгитовые породы, сорбенты, наполнители, комплексная переработка сырья.*

Lugovskaya I.G., Sokolova V.N., Anufrieva S.I., Kasanov O.V. (VIMS)

#### SHUNGITE BREED IS A PERSPECTIVE MATERIAL FOR THE CREATION OF «GREEN» TECHNOLOGIES

*In this article, the concept of green technologies is defined. The possibilities of using shungite of Karelia as sorption materials, fillers in creating green technologies are considered. New approaches are proposed for the development of the mineral resource base of shungite, including the integrated use of extracted raw materials. **Keywords:** green technologies, environment, shungite, sorbents, fillers, complex processing of raw materials.*

Понятие «зеленые» технологии появилось в обиходе человечества более 40 лет назад. Основными чертами подобных технологий является эффективное использование природных ресурсов, их сохранение и приумножение, снижение экологической напряженности, сохранение экосистем и биоразнообразия, рост доходов и занятости населения.

Россия активно включилась в процесс развития «зеленых» технологий еще в конце XX в. За это время был накоплен опыт использования «зеленых» проектов, получены первые экономические результаты, стали широко использоваться такие понятия, как «зеленые инвестиции», «зеленое строительство», альтернативная зеленая энергетика, органическое сельское хозяйство и многие другие.

Широкое внедрение «зеленых» технологий дает возможность государству обеспечивать сбалансированное, устойчивое развитие экономики регионов. К положительным моментам можно отнести такие результаты, как возникновение дополнительных рабочих мест, улучшение качества жизни, снижение рисков для здоровья человека, сохранение не возобновляемых и восполнение возобновляемых ресурсов.

Существует классификация Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) [6], согласно которой «зеленые» технологии охватывают следующие сферы:

— общее экологическое управление (управление отходами, борьба с загрязнением воды, воздуха, восстановление земель и пр.);

— производство энергии из возобновляемых источников (солнечная энергия, биотопливо и пр.), смягчение последствий изменения климата, снижение вредных выбросов в атмосферу, повышение эффективности использования топлива, а также энергоэффективности в зданиях и осветительных приборах.

«Зеленые» технологии охватывают все сферы экономики: энергетику, промышленность, транспорт, строительство, сельское хозяйство и т.д. Они внедря-

ются во всю цепочку деятельности компаний, включая, помимо производства, потребление, менеджмент и методы организации производства [1].

Как показывает существующая классификация — одним из важнейших направлений в области использования «зеленых» технологий является контроль загрязнения воды и воздуха, рекультивация земель, получение экологически чистых промышленных продуктов.

Для решения этих вопросов можно эффективно задействовать материалы, получаемые на основе шунгитовых пород Карелии.

Шунгитовые породы характеризуются высокой прочностью, плотностью, термостойкостью, кислотостойкостью, электропроводностью, имеют достаточно развитую удельную поверхность, высокую пористость. Они представляют собой необычный по структуре природный композит, основными компонентами которого являются кремний и углерод. В настоящее время большая часть добываемых в стране шунгитовых пород используется в производстве стройматериалов: при получении цветных цементов и особо прочного бетона, выполнении ремонта дорог.

Прогнозные ресурсы шунгитовых пород составляют 1 млрд т. Это перспективное сырье для целого ряда производств, поэтому, учитывая многообразие возможных областей применения шунгитового сырья, следует в первую очередь рассмотреть наиболее перспективные в экономическом и технологическом плане направления.

Особенностью природных сорбентов часто является их многокомпонентность. Кроме основных действующих составляющих (углерод, кремний, алюминий и др.) в них присутствуют целый спектр полезных элементов—примесей (серебро, золото, платина, ряд органических соединений). Поэтому нередко природные материалы, кроме сорбционных, обладают каталитическими и бактерицидными свойствами, что расширяет область их использования и повышает экономическую привлекательность. Как правило, решена и проблема утилизации отработанных природных сорбентов. Некоторые из них подвергаются регенерации, другие после обработки направляются в стройиндустрию или на извлечение присутствующих в них полезных компонентов. Все это является положительным моментом для использования природных сорбентов с целью улучшения экологической ситуации, сложившейся в стране.

В ВИМСе выполнены исследования по использованию шунгитовой породы III разновидности Зажогинского месторождения Карелии в качестве сорбционного материала для очистки сточных вод от нефтепродуктов и фенола, для рекультивации грунтов и очистки промышленных стоков от токсичного и реакционно-способного соединения НДМГ (1,1-диметилгидразин) [1–3, 5].

Среднее содержание свободного углерода в породе составляло — 25–30 %, кремнезема — 50–55 %, глинозема — 4–5 %, остальные компоненты присутствовали

в количестве не превышающем 2,5 %. Элементы примеси представлены никелем, кобальтом, медью, цинком, серебром.

Для изучения вещественного состава и его влияния на физико-химические свойства породы был разработан и успешно применен комплекс минералого-аналитических методов, включающий оптико-минералогический, оптико-петрографический, рентгенографический, рентгенотомографический, электронно-микроскопический, термический, ИК-спектроскопический и химический анализы. Проведены разносторонние исследования сорбционных свойств шунгитовой породы. Выявлен ряд наиболее важных характеристик, в том числе получены данные по пористой структуре, удельной поверхности, сорбционной емкости и сорбционной способности по отношению к различным сорбатам.

Установлено, что шунгитовый сорбент (ШС) обладает высокой прочностью и пористой структурой, которая может варьироваться различными способами модифицирования. С целью раскрытия и активирования порообразующих фаз шунгитовой породы (кварца, шунгитового углерода), а также улучшения сорбционных свойств материала может быть использован способ термоокислительной активации, а также химическое модифицирование щелочными и кислотными реагентами.

Проведенные исследования показали, что как для исходного, так и модифицированного шунгитовых сорбентов сорбция фенола из водных растворов определяется величиной удельной поверхности сорбента. На модифицированном щелочью сорбенте обнаружена аномально высокая сорбция из низкоконцентрированных растворов ( $C \leq 50$  мг/л), свидетельствующая о наличии на поверхности особо активных центров, составляющих согласно проведенной оценке до 35 % поверхности. Изотерма, полученная в области средних концентраций растворов ( $C = 100–300$  мг/л), с высокой степенью достоверности (коэффициент корреляции = 0,996) описывается уравнением Фрейндлиха, указывающим на энергетическую неоднородность сорбционных центров.

Сорбционная емкость модифицированного шунгитового сорбента по фенолу при средних концентрациях растворов (100–300 мг/л) составила 6,0 мг/л, что отвечает образованию практически монослоя фенола на поверхности материала и свидетельствует о наличии на поверхности шунгитовой породы активного в сорбции углеродсодержащего слоя. Удельная сорбционная активность поверхности шунгитовых сорбентов в 1,5 раза выше, чем у активированных углей. Высокая активность шунгитовых сорбентов при сорбции фенола из низкоконцентрированных растворов позволяет производить доочистку более 200 объемов раствора с концентрацией 0,1 мг/л (100 ПДК) на модифицированном материале и 60 объемов на исходном шунгитовом сорбенте до уровня ПДК. За счет низкого покрытия поверхности сорбенты могут быть повторно использованы для очистки более концентрированных растворов.

Был разработан и внедрен на объектах городского хозяйства г. Москвы ряд установок для очистки сточных и ливневых вод от нефтепродуктов и тонкодисперсных взвешенных частиц, в которых в качестве фильтрующего и сорбционного материала используется шунгитовая порода.

Работа таких установок обеспечивает качество очищенной воды в соответствии с требованиями ПДК для рыбохозяйственных водоемов [4]. По основным технологическим показателям процесса сорбции нефтепродуктов — кинетической характеристике, объему очищенных стоков и сорбционной емкости — ШС не уступает, а в некоторых случаях превышает показатели активированных углей. Время контакта сорбции отработанного моторного масла (ОММ) у ШС — 15 мин, что вдвое выше, чем у активированных углей (30 мин). При пропускании с одинаковой скоростью около 1500 объемов раствора на ШС достигается извлечение ОММ до уровня ПДК для рыбохозяйственных водоемов (0,05 мг/л), а на АУ при пропускании 900 объемов. Сорбционная емкость ШС по дизельному топливу составляет — 3,7 г/л (для АУ- 3,4 г/л), а по отработанному моторному маслу — 11,0 г/л.

Совместно с Институтом физической химии и электрохимии РАН подготовлен и опробован шунгитовый сорбент для обезвреживания технологических проливов жидкостей, содержащих высокотоксичный компонент ракетного топлива — 1,1 диметилгидразин (гептил). Гептил, а также продукты его трансформации представляют собой токсичные вещества, предельно допустимые концентрации которых колеблются в диапазоне 0,1–0,5 мг/м<sup>3</sup>. Продукты трансформации гептила могут длительное время, до 15 лет, сохраняться в местах проливов, оказывая негативное воздействие на окружающую среду и делая эти участки опасными для пребывания человека.

В результате проведения лабораторных и полевых исследований на действующем полигоне на выделенных участках земли, загрязненной гептилом, было показано, что для 10 % водного раствора гептила взаимодействие с шунгитовой породой в течение суток позволяет снизить концентрацию загрязнителя в 5000 раз (с 5 мг/г до 0,005 мг/г) [2, 3].

Было подтверждено, что шунгитовую породу можно отнести к сорбционным материалам многократного использования, поэтому при отработке ресурса возможна регенерация сорбента. Отработанный шунгитовый сорбционный материал регенерируют путем парогазовой активации при температурах 300–800 °С или обжигом на воздухе при 400–800 °С. Предложены способы химической и электротермической регенерации.

Другим перспективным направлением использования шунгитовых пород является применение их в качестве наполнителей в резинотехнической промышленности при получении пигментов.

Введение шунгитового наполнителя в термопласты (полиэтилен и полипропилен) взамен традиционных углеродных и минеральных наполнителей позволяет в 3–4 раза улучшить прочностные характеристики мате-

риалов; адгезия к металлическим поверхностям шунгитнаполненного полипропилена возрастает на 30–40 %, шунгитовые наполнители более перспективны по сравнению с традиционными (графит, сажа, порошки металлов) для получения материалов с заданным уровнем электропроводности.

Шунгитовые порошки разной тонины помола породы являются одним из перспективных композитов для производства наполнителей в резинотехнической промышленности. Шунгитовые наполнители на 30 % дешевле белой сажи, почти в 2 раза дешевле технического углерода (марок ПМ-50, ПМ-803, П-701, Т-900, ЛГ-100) и аэросила. При замене пластификаторов (сложные эфиры фталевой кислоты, нефтяные масла) экономический эффект будет более значителен. При производстве отдельных видов резинотехнических изделий (РТИ) шунгитовые наполнители способны заменить белую сажу на 100 %, черную сажу (техуглерод) — на 50 %. Кроме того, введение шунгитовых наполнителей приводит к улучшению технических характеристик резинотехнической продукции.

В 2000–2005 гг. в ВИМСе были проведены исследования по определению основных требований к физико-химическим показателям шунгитовых порошков, влияющим на их технологические свойства. Изменяя способы измельчения шунгитовой породы и классификации полученного в результате измельчения материала (струйная мельница и воздушная сепарация, виброизмельчение и воздушная сепарация, роторное измельчение и сепарация), можно регулировать размеры частиц порошка в широких пределах для удовлетворения технологических требований к наполнителям. Установлено, что лучшим способом технологической подготовки шунгитового наполнителя для использования в РТИ и шинной промышленности является измельчение на роторной мельнице.

На основании проведенных исследований совместно с ООО «МКК-ИНЖИНИРИНГ» разработаны технические условия на «Наполнитель шунгитовый» ТУ 2169-001-56840806-2002. Установлены требования к основным физико-химическим показателям шунгитовых наполнителей (удельная поверхность по БЭТ, концентрация водородных ионов водной вытяжки, адсорбция дибутилфталата, массовая доля водорастворимых солей, зольность и др.).

Проведены испытания тонкодисперсного шунгитового наполнителя на Московском шинном заводе, и получено положительное заключение об использовании его, как малоактивного наполнителя при производстве «зеленых» шин, создание которых предусматривает улучшение экологических показателей производства, сокращение потерь энергии на качение при эксплуатации, что, в свою очередь, уменьшает расход топлива и выброс выхлопных газов автомобилем.

В ВИМСе разработана комплексная технологическая схема переработки шунгитовых пород, позволяющая получать продукты определенного фракционного состава (таблица). Исходный материал может быть переработан по трем вариантам схемы (рису-

## Получение шунгитовой продукции с заданными свойствами по технологии ВИМСа

Товарный продукт	Область применения	Основные требования	Методы подготовки	Аппаратура
Сорбционный шунгитовый материал	Очистка сточных вод, содержащих нефтепродукты и органические соединения.	Крупность 2,5-0,5 мм; механическая прочность.	Дезинтеграция, классификация.	Серийная, промышленная.
Шунгитовый наполнитель	1. Изготовление открытопористых минералопolyмерных материалов. 2. Резинотехническая промышленность. 3. Шинная промышленность.	Крупность 0,5-0,3 мм.  Крупность <0,005 мм; форма частиц. Крупность <0,005 мм; форма частиц.	Дезинтеграция, классификация.	Серийная, промышленная.
Сорбент	Водоподготовка, очистка питьевой воды.	Крупность 5-0 мм; очистка от тяжелых металлов.	Рентгено-радиометрическая сепарация, химическое обогащение.	Серийная, промышленная.
Спецнаполнители	1. Получение электропроводящих материалов, красок, паст.  2. Получение радиоэкранирующих покрытий и материалов.	Повысить содержание углерода > 50 % > 35 %  Изменение электромагнитных свойств	Флотационный Радиорезонансная сепарация. Рентгено-радиометрическая, магнитная и электрическая.	Серийная, промышленная. Серийная, промышленная.
Пигмент	1. Крашение в массе синтетических волокон. 2. Лакокрасочная промышленность. 3. Окраска искусственных кож. 4. Полимерминеральные композиты (пластмассы и др.).	Крупность 0,01-0,02 мм; форма частиц. Крупность 0,01-0,04 мм.  Крупность <0,02 мм.  Крупность <0,02 мм.	Дезинтеграция, классификация.	Опытно-экспериментальные установки; полупромышленная.

нок) с получением новых товарных продуктов различного назначения. Предложенная технологическая схема позволяет гибко изменять соотношение выпускаемых товарных фракций путем изменения режима дробления и классификации, а также перераспределения потоков материала на всех стадиях переработки в зависимости от поставленной задачи и потребности рынка в тех или иных выпускаемых товарных продуктах.

Таким образом, можно сделать вывод, что шунгитовые породы характеризуются наличием целого ряда промышленно полезных свойств (высокая каталитическая и биологическая активность, химическая стойкость, адсорбционные, восстановительные, радиоэкранирующие свойства, электропроводность), что позволяет рассматривать их как ценное многоцелевое минеральное сырье.

Развитию рынка шунгитовых пород и более широкому использованию их в качестве высокотехнологичных «зеленых» материалов мешает отсутствие унифицированных методов технологической оценки сырья и продуктов его переработки, а также требований применительно к различным областям использования. Все это затрудняет геологам и технологам поиск, разведку

и оценку шунгитовых пород, разработку эффективных способов их технологической переработки и использования.

Получение таких сложных материалов, как наполнители для резин, пластмасс, красок, искусственных волокон и кож, нетканых материалов, чистящих и полировочных паст, сорбентов с заданными свойствами — все это требует строгого контроля исходного сырья, выделения и картирования разновидностей шунгитовых пород еще на стадии разведки месторождения.

Производство шунгитовой продукции в России в настоящее время осуществляется на двух предприятиях ООО НПК «Карбон-Шунгит» и ООО «Кондопожский шунгитовый завод». Оба эти предприятия производят шунгитовые продукты разной крупности, обогатительные процедуры на них не предусмотрены. Перспективные направления: обогащение, модифицирование (химическое, термическое) шунгитовых пород опробованы только в лабораторных условиях.

С целью расширения минерально-сырьевой базы шунгитового сырья, а также возможных областей его использования необходимо выработать принципиальные решения проблемы изменчивости состава и свойств шунгитовых пород. С этой целью мы рекомендуем осуществить пилотную программу геолого-тех-



Схема комплексной переработки шунгитового сырья, разработанная в ВИМСе

нологического изучения шунгитовых пород на примере локального объекта из нераспределенного фонда недр, включающую изучение вещественного состава шунгитовых пород, выделение их природных разновидностей, определение областей применения шунгитовых пород в соответствии с их природными типами и, на завершающем этапе, полноценное геолого-технологическое картирование в соответствии с требованиями СТО РосГео 09-002-98. При выполнении работ в качестве эталона можно использовать Забогинское месторождение, на материале которого выполнена оценка возможности использования шунгитовых пород в качестве сорбентов и наполнителей, разработаны возможные способы обогащения, модифицирования и регенерации. В рамках работ предполагается обосновать возможность рационального использования шунгитовых пород перспективных участков в качестве сорбционных материалов, пигментов, наполнителей в резинотехнической промышленности с учетом возможности обогащения и модифицирования исходного сырья, а также оценить возможность замещения шунгитовым сырьем используемых в настоящее время в промышленности материалов: наполнителей — белая сажа, технический углерод; сорбентов — активированные угли. Предполагаемые работы одновременно несут признаки опытно-методических

и прогнозно-ревизионных работ и могут быть выполнены в рамках соответствующих программ Государственного задания ФГБУ «ВИМС».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ануфриева, С.И. Шунгитовые породы как нетрадиционное сырье для получения углеродсодержащих материалов / С.И. Ануфриева, В.И. Исаев, И.Г. Луговская, Г.В. Остроумов // Разведка и охрана недр. — 2000. — № 11. — С. 28–31.
2. Голуб, С.Л. Состав и сорбционные свойства шунгитового материала / С.Л. Голуб, И.Г. Луговская, С.И. Ануфриева, В.Т. Дубинчук, А.В. Ульянов, А.К. Буряк. // Сорбционные и хроматографические процессы. — 2006. — Т. 6. — Вып. 5. — С. 748–763.
3. Голуб, С.Л. Хромато-масс-спектрометрическое и термодесорбционное исследование продуктов взаимодействия несимметричного диметилгидразина с шунгитовым материалом / С.Л. Голуб, И.Г. Луговская, С.И. Ануфриева, В.Т. Дубинчук, А.В. Ульянов, А.К. Буряк. // Сорбционные и хроматографические процессы. — 2006. — Т. 6. — Вып. 5. — С. 855–868.
4. Крылов, И.О. Установка доочистки сточных и ливневых вод от нефтепродуктов / И.О. Крылов, С.И. Ануфриева, В.И. Исаев // Экология и промышленность России. — 2002. — № 6. — С. 17–20.
5. Луговская, И.Г. Глубокая очистка водных растворов от фенола с использованием шунгитовой породы / И.Г. Луговская, С.И. Ануфриева, Н.Д. Герцева, А.В. Крылова // Прикладная химия. — 2003. — Т. 76. — Вып. 8. — С. 1273–1276.
6. Пискулова, Н.А. «Зеленые» технологии: перспективы развития / Н.А. Пискулова // На пути к устойчивому развитию России. — 2013. — № 65. — С. 25–39.

© Коллектив авторов, 2018

Луговская Ирина Германовна // lig\_vims@mail.ru  
Соколова Виктория Николаевна // viktoriya-vims@mail.ru  
Ануфриева Светлана Ивановна // anufrieva.05@mail.ru  
Казанов Олег Владимирович // kazanov@vims-geo.ru

## УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОНОМИКА

УДК 504.06

Самсонов Н.Ю., Крюков Я.В., Яценко В.А. (Институт экономики и организации промышленного производства), Толстов А.В. (Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН)

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

Сформулированы основные аспекты, оказывающие влияние на экологическую систему Арктического региона Республики Саха (Якутия) при предстоящей разработке редкометалльного месторождения Томтор. Предложены способы решения экологических проблем, возникающих при освоении уникального объекта, рассчитаны получаемые от освоения социально-экономические эффекты. **Ключевые слова:** экология, экосистема, Томтор, Арктическая зона, редкие и редкоземельные металлы, социально-экономические эффекты.

\* 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».

Samsonov N.Yu., Kryukov Ya.V., Yatsenko V.A. (Institute of Economics and organization of industrial production), Tolstov A.V. (IGM SB RAS)

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

*The main aspects influencing the ecological system of the Arctic region of the Republic of Sakha (Yakutia) with the forthcoming development of the rare metals and rare earth Tomtor deposit 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 metals, rare earth, social and economic effects.*

По статистике Минприроды РФ около 15 тыс. российских промышленных предприятий нашей страны образуют наибольшую долю (более 90 %) объема выбросов в окружающую среду. К отраслям с максимальным воздействием на экологию территорий относятся топливно-энергетический, металлургический, химический, нефтехимический комплексы и горнодобывающая промышленность [13]. Вместе с тем, сегодня перед российским промышленным сектором, в том числе горнодобывающей отраслью стоят три главные задачи,