

УДК 004.67:622.012

Корнилков Сергей Викторович

доктор технических наук, профессор, директор,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58
e-mail: kornilkov@igduran.ru

**О ПРИКЛАДНЫХ АСПЕКТАХ РАЗВИТИЯ
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ***Аннотация:*

В статье представлена методика геоинформационного анализа территории ведения горных работ, основанная на выделении областей (зон) по типам «техногенного поражения», обеспечивающая ситуационную оценку георесурсов и гео-систем на базе формируемой экспериментальной ГИС «Комплексное освоение природного и техногенного сырья Урала». Апробация предложенной методики целенаправленного поиска и генерирования вариантов решений при формировании стратегий разведки, освоения и отработки месторождений и оценки последствий их реализации свидетельствует о том, что базой для обоснованного формирования управляющих воздействий являются комплексные исследования, основанные на опережающих или параллельных оценках. Опыт создания информационного обеспечения свидетельствует о том, что при структурировании данных, хранимых и перерабатываемых с использованием средств разрабатываемой ГИС, следует стремиться к четкому подразделению геоинформационных данных по следующим признакам: исходные, нормативные и расчетные. Для отработки методики решения задач системной оценки совокупного техногенного влияния объектов горнодобывающих предприятий в районе ведения горных работ, поиска структурных схем принятия решений и комплексной оценки взаимодействия техносферы с природной средой был произведен анализ ситуационных планов горнодобывающих предприятий, который выявил возможности пилотной ГИС с точки зрения расширения области ее использования. Формально решение разнообразных задач системной оценки размещения и совокупного техногенного влияния объектов горнодобывающих предприятий в районе ведения горных работ и комплексного взаимодействия их с природной средой может осуществляться решением в нескольких типовых вариантах: прямой и обратной задач, задачи-«катастрофы» и задачи-обобщения.

Ключевые слова: геоинформационная система, минерально-сырьевая база, исходные, нормативные и расчетные (адаптивные) данные, системная оценка, типовые задачи

DOI: 10.18454/2313-1586.2016.04.131

Kornilkov Seregey V.

Doctor of technical sciences, professor,
the director of the Institute of Mining UB RAS,
620075, Yekaterinburg, 58 Mamin-Sibiryak st.
e-mail: kornilkov@igduran.ru

**ON APPLIED ASPECTS OF DEVELOPMENT
GEO-INFORMATIONAL SYSTEMS
OF MINING PLANTS***Abstract:*

The methods of geo-informational analysis of the territory of mining operations conducting in terms of marking out the zones of technogenous affection are presented. The methods provide for geo-resources and geo-systems situational estimate in terms of experimental geo-informational sytem (GIS) that is being formed "Integrated development of the Urals natural and technogenous resources". Aprobation of the proposed methods of purposeful search and generation the variants of solution during forming the strategy of survey, development and deposits mining and estimation the consequences of their realization is indicative of the fact that integrated researches based on advancing or paralel estimates are the basis for managing affects grounded forming. The practice of informational software creation indicates that during structurization of data, saved and processed using GIS, they ought to be precisely subdivided according to the following indications: initial, specificated and calculated.

For working out the methods of solving the tasks of set technogenous impact of mining plants' objects in the area of mining operations performing, search for structural schemes of solutions taking and integrated estimate of techno-spere and natural environment interaction the analysis of mining plants' situational plans was performed. It revealed the pilot GIS potentialities from the view point of expanding the field of its employment. Formally solving various tasks of system estimate of arrangement and set technogenous mining plants' objects impact in the area of mining operations conducting and their integrated interaction with natural environment can be implemented in several typical variants: direct and inverse problems, the "catastrophe"-problem and generalization problem.

Key words: geo-informational system, mineral raw material base, initial, specificated and calculated (adaptive) data, system estimate, standard task

В результате выполненных в ИГД УрО РАН исследований создана пилотная версия геоинформационной системы «Комплексное освоение природного и техногенного сырья Урала», предназначенной для формирования совокупности прогнозных, проектных, справочных, аналитических, экспертных и других оценок при решении различных горно-технологических, социально-экономических и экологических задач.

Методика построения пилотной ГИС как интегрированной геоинформационной базы данных основана на идеологии послойного фиксирования, обработки и анализа свойств, показателей и параметров изучаемых геосистем и их элементов. ГИС настроена на максимальное использование веб-сервисов, открытых кодов, облачных вычислений за счет широкого использования программных средств Веб-ГИС Google Earth, языка разметки на основе XML для хранения геоинформационных данных и языка KML (Keyhole Markup Language), обеспечивающего взаимодействие с блоком мультимедийных данных за счет включения в описание объектов гиперссылок. Открытость языка KML позволяет осуществлять перенос данных на иную программную платформу.

В структуре ГИС выделено два базовых блока – геоинформационный и мультимедийный, взаимодействие между которыми обеспечивается системой перекрестных ссылок с возможностью подключения к внешним источникам данных, в том числе и из сети Интернет. Геоинформационный блок содержит данные, которые могут быть охарактеризованы объектами с пространственно-определенными границами, атрибутами и маркерами, присущими только этим границам. Мультимедийный блок обеспечивает одновременное использование различных форм представления данных в виде текстов, таблиц, фотографий, иллюстраций, в том числе топографических карт, геологических разрезов, генеральных планов предприятия, видеоматериалов, интернет-ссылок и т.п.

Уральский промышленный регион – один из самых крупных по объему производства в стране, на территории которого размещено большое количество горнодобывающих предприятий, совокупное влияние которых на окружающую природную среду бесспорно. Прямой экологический ущерб от ведения горных работ связан с изъятием земель, понижением уровня подземных вод в районе разработки, выбросами вредных веществ в атмосферу, сбросами загрязняющих веществ в бассейны рек, накоплением значительного количества отходов, в том числе в виде отвалов пустых пород, некондиционных руд, шламохранилищ и т. п.

На горно-обогатительных предприятиях существует вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций, в результате которых могут развиваться экологические катастрофы регионального уровня из-за деформации дневной поверхности, подвергшейся подработке, загрязнения водных объектов из-за сброса взвешенных веществ при частичной потере устойчивости шламохранилищ. Закрытие горных предприятий также во многих случаях влечет за собой развитие ряда негативных последствий.

Для большинства горных предприятий в соответствии с установленным Законом о промышленной безопасности перечнем опасных объектов и веществ, обращающихся в производственном цикле, является обязательной разработка Деклараций промышленной безопасности, в которых оценивается технический уровень производства, распределение веществ по объекту, наиболее вероятные и наиболее опасные сценарии развития аварий и их возможные последствия для промышленного персонала и населения, а также размеры прямого экономического ущерба. Каждое горное предприятие имеет проектную документацию, содержащую в том числе том «Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)». Том ОВОС включает расчетные оценочные показатели совокупного влияния ведения горных и других видов работ на окружающую среду. С 2016 г. проекты переработки, захоронения и консервации отходов производства также подлежат экологической экспертизе, т. е. наравне с оценкой эффективности выявляется степень негативного влияния переработки.

К настоящему моменту в исследовательских и проектных организациях, а также по разным видам государственных органов надзора накоплено достаточное количество

данных для выполнения интегральных прогнозных оценок состояния и развития опасных природных процессов во взаимосвязи с развитием техносферы. Такие данные позволят осуществлять системную оценку влияния развивающихся промышленных предприятий на окружающую природную среду, управлять на региональном и государственном уровне размещением промышленности, строительством, развитием территорий и пр.

В предлагаемых материалах представлена методика геоинформационного анализа территории ведения горных работ, основанная на выделении областей (зон) по типам «техногенного поражения», обеспечивающая ситуационную оценку георесурсов и геосистем с использованием формируемой пилотной ГИС, созданию которой предшествовали следующие сформулированные научно-практические предпосылки:

- показано, что под минерально-сырьевой базой (МСБ) добывающей отрасли следует понимать не только совокупность минеральных ресурсов [1], но и средства их добычи и переработки, а также объекты инженерной инфраструктуры оцениваемого региона, поэтому выбор стратегии освоения недр на государственном, региональном или корпоративном уровнях следует основывать на рассмотрении и оценке причин, инициирующих развитие МСБ;

- разработана общая структура модели взаимодействия техносферы и природной среды при разработке месторождений полезных ископаемых и общие положения экспресс-методики оценки геолого-технологических условий эксплуатации месторождения;

- предложена концепция, а также основные правила построения и анализа виртуальной модели горного предприятия, определена последовательность экспресс-расчетов, при которых выделено несколько содержательных этапов вычислений – порождающих, ограничивающих и реализующих [2].

Апробация предложенной методики целенаправленного поиска и генерирования вариантов решений при формировании стратегий разведки, освоения и отработки месторождений и оценки последствий их реализации свидетельствует о том, что базой для обоснованного формирования управляющих воздействий являются комплексные исследования, основанные на опережающих или параллельных оценках.

Получение таких оценок обуславливает эффективное применение ГИС, формирующей совокупность прогнозных, проектных, справочных, аналитических, экспертных и других сведений для решения различных задач [4, 5, 6]. Поэтому разработанная пилотная ГИС по своему функциональному назначению предусматривает:

- хранение сведений о природно-географических, геологических, технологических и эколого-экономических условиях разработки;

- моделирование отработки месторождений и развития инфраструктуры предприятий при разработке проектной документации, пополнение и корректировка данных, возникших в результате эксплуатации месторождения для планирования горных работ;

- накопление и пополнение данных о характере техногенного влияния горнодобывающего предприятия на окружающую среду, в том числе оценка размещения техногенного сырья, возникающего при переработке минеральных ресурсов;

- технико-экономические оценки, получение интегральных показателей взаимодействия горных предприятий с внешней средой, в том числе прогноз текущего загрязнения окружающей среды, а также последствий консервации или прекращения эксплуатации предприятия;

- прогноз развития возможных техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций, связанных с эксплуатацией недр.

Следует отметить, что только первая обозначенная функция ГИС является базовой, реализуется и целиком основывается на первичных данных геологического, гидрогеологического и геофизического изучения недр, а также инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий. Поэтому в структуре базы данных пилотной ГИС

как основы геоинформационной системы мониторинга и оценки взаимодействия природной среды и горнодобывающих предприятий предусматривается одновременное использование различных форм представления данных [7] в виде объектов с пространственно определенными границами и атрибутами и маркерами, присущими только этим границам, а также текстов, таблиц, фотографий, иллюстраций, в том числе не векторизованных топографических карт, геологических разрезов, генеральных планов предприятия, видеоматериалов и пр., взаимодействие между которыми обеспечивается системой перекрестных ссылок. Это позволяет уже на стадии замысла технического задания на проектирование горного предприятия оценить места размещения производственных объектов с учетом требований к экологической и промышленной безопасности.

Опыт создания информационного обеспечения свидетельствует о том, что при структурировании данных, хранимых и перерабатываемых с использованием средств разрабатываемой ГИС следует стремиться к четкому подразделению геоинформационных данных по следующим признакам:

– исходные (первичные, базовые данные: геология и гидрогеология, топография, гидрография, действующая промышленная и социальная инфраструктура, полученные из других ГИС, геометризованные, инструментальные и пр.);

– нормативные (данные второй очереди: оценочные, обеспечивающие сравнение и сопоставление – водоохранные зоны, категория лесных массивов, категория сельскохозяйственных угодий, условия размещения промышленных отходов, нормативы отвода земель, нормативы загрязнений (ПДК), нормативные размеры СЗЗ и пр.);

– расчетные (адаптивные) — вычисляемые, прогнозируемые: зоны сдвижения, взрывоопасные зоны, прогнозируемые залповые разрушения, выбросы и сбросы; зоны загрязнения: рассеивание пыли, разнос загрязнений водой, миграция загрязненных подземных вод; отчуждение – постоянное, временное, зоны угнетения растительности – инициирующие принятие решений, корректировку, поиск и т. п.).

Исходя из этих соображений, для формирования перечня исходных данных, входящих в информационные слои – специализированные базы данных предлагается использовать предложенную ранее систематизацию основных свойств, показателей и параметров природно-технологических геосистем [2], основанную на выделении логически взаимодействующих подсистем: «Район разработки», «Месторождение», «Выемочная (структурная) единица», «Перерабатывающее предприятие», «Добывающий элемент (карьер, шахта)», обеспечивающих послойное генерирование информационной среды для последующих расчетов и оценок.

Для примера в табл. 1 представлен перечень основных исходных данных, необходимых для формирования информационных слоев, характеризующих только один блок – «Район разработки». Перечень источников данных не окончательный и требует дополнения, однако уже на данном этапе исследования можно полагать, что методически определено основное направление, обеспечивающее повышение уровня стандартизации процесса формирования и пополнения баз данных (табл. 2).

При развитии и формировании специализированных баз данных следует учитывать вышеуказанные требования для обеспечения функций ГИС, как экспертной, так и оценочной, для проектов и планов создания новых элементов минерально-сырьевой базы. Использование такого подхода к моделированию позволяет расширить постановку решаемых задач и методику обоснования параметров горного производства.

Для отработки методики решения задач системной оценки совокупного техногенного влияния объектов горнодобывающих предприятий в районе ведения горных работ, поиска структурных схем принятия решений и комплексной оценки взаимодействия техносферы с природной средой был произведен анализ ситуационных планов горнодобывающих предприятий, который выявил возможности пилотной ГИС с точки зрения расширения области ее использования.

Таблица 1

Некоторые источники получения данных о свойствах, показателях и параметрах информационного блока «Район разработки»

Характеристика информационного слоя (специализированной базы данных)		
Свойства	Показатели и параметры	Вид и источники данных
1	2	3
Географические и природно-климатические условия	Расположение и сейсмичность региона	<i>Первичные:</i> Данные геофизической службы РФ <i>Адаптированные:</i> Отчеты Роснедра РФ о геологическом изучении района, ТЭО кондиций, Проектная документация о разработке <i>Электронные:</i> Административные данные (электронная топооснова масштабов 1:500000; 1:200000) Номенклатура планшетов М 1:500 000: Границы области, Границы муниципальных образований, Административные центры муниципальных образований
	Климатическая зона, перепад температур	<i>Первичные:</i> Госкомгидромет РФ <i>Адаптированные:</i> Отчеты о геологическом изучении недр
	Рельеф	<i>Первичные:</i> разномасштабные географические карты <i>Адаптированные:</i> картографические атласы, <i>Электронные:</i> данные наземных, аэро- и космических съемок
	Гидрогеология и гидрография (поверхностный сток, размеры водоемов, дебит, проницаемость пород и пр.)	<i>Первичные:</i> Данные Росгидромет РФ, Роснедра РФ <i>Адаптированные:</i> Отчеты о гидрогеологическом изучении недр и изысканиях <i>Электронные:</i> - <i>Гидрологические данные Федерального агентства Росводресурсы:</i> Реки, Озера, Водохозяйственные участки. - <i>Гидрогеологические данные:</i> Границы бассейнов подземных вод, Карта гидрогеологического районирования, ВСЕГИНГЕО, 2001, Модуль эксплуатационных ресурсов подземных вод (основа – результаты оценки обеспеченности населения области источниками питьевого водоснабжения за счет подземных вод), Данные Государственного учета вод, данные государственной статистической отчетности «2-тп водхоз»: питьевые, технические, дренажные подземные воды, Дренажные системы месторождений полезных ископаемых (контуры депрессионных воронок водоотливов с утвержденными запасами дренажных подземных вод)

1	2	3
Промышленная освоенность	Размещение и мощность транспортных и энергетических структур	<i>Первичные:</i> данные администрации области <i>Электронные:</i> Административные данные (электронная топооснова масштабов 1:500000; 1:200000). Номенклатура планшетов М 1:500 000: границы области и муниципальных образований, административные центры
	Местные источники вспомогательного сырья	<i>Первичные:</i> данные Роснедра РФ
	Мощности, обеспечивающие переработку сырья на местах	<i>Первичные:</i> данные Роснедра РФ, данные администраций регионов
Национально-этнические особенности района	Заселенность и профессиональная структура населения региона	<i>Первичные:</i> данные Роскомстата РФ, данные администраций регионов <i>Адаптированные:</i> проектная документация
	Источники комплектования рабочими кадрами	<i>Первичные:</i> данные Роскомтруда РФ, данные администраций регионов
Общая характеристика экологической обстановки	Наличие охраняемых территорий, водоемов, видов животных и растений	<i>Первичные:</i> данные Роснедра РФ, бассейновых комиссий, Росприроднадзора РФ <i>Адаптированные:</i> атласы и перечни охраняемых объектов, животных, растений
	Фоновые концентрации	<i>Первичные:</i> данные Роскомгидромет РФ, данные инженерно-экологических изысканий <i>Адаптированные:</i> отчеты специализированных организаций
	Площади лесных и сельскохозяйственных угодий	<i>Первичные:</i> данные лесо- и землеустроительных организаций <i>Адаптированные:</i> данные администрации области

Таблица 2

Систематизация приемов построения геоинформационных баз данных

Блоки геоинформационной модели	Порядок формирования	Среда функционирования	Признаки структурирования данных			Способы использования данных
			Исходные: первичные, базовые	Нормативные: сравнение и сопоставление	Расчетные: вычисляемые, прогнозируемые	
Геоинформационный	Послойная обработка объектов, создание тематических слоев	Веб-ГИС Google Earth, ArcGIS, MapInfo, QuantumGIS, AutoCAD, Surpac	Инструментальные съемки и геометризованные данные: геология и гидрогеология, гидрография, топография	Размеры водоохраных зон, нормативные размеры СЗЗ и пр. Границы и категории лесных массивов, сельскохозяйственных угодий и неудобий	Зоны рассеивания выбросов и сбросов; угнетения растительности, загрязнения и миграции поверхностных и подземных вод, границы отчуждения земель	- Прямой расчет технических параметров горного производства. - Моделирование областей, сформированных по нормативному воздействию или в соответствии с некоторым предельным их состоянием.
	Фиксирование пространственно определенных границ, атрибутов и маркеров	Язык разметки и хранения данных XML, протоколы Web Map Service (WMS), ArcGis Server	Карты и планы промышленной и социальной инфраструктуры. Данные других ГИС	Условия размещения промышленных отводов, нормативы отвода земель и загрязнений (ПДК)	Зоны сдвижения и деформаций, взрывоопасные зоны, зоны разрушения при ЧС	- Моделирование развития и оценка последствий природно-техногенных катастроф. - Оценка общего состояния или тенденций развития процесса или явления.
Мультимедийный	Тексты, таблицы, фотографии, иллюстрации	Перекрестные гиперссылки в Веб-ГИС, Google Earth или в слоях проектов и рабочих наборов Mapinfo, ArcGis и пр.	Первичные и электронные сведения	Адаптированные сведения	Адаптированные сведения. Данные других исследований	- Подборка, характеризующая общее состояние, или тенденцию развития того или иного процесса или явления. - Описание границ, ранее сформированных по нормативному воздействию или в соответствии с некоторым предельным их состоянием
	Объекты, подлежащие векторизации					
	Справочные материалы					

На примере Тарыннахского ГОКа (ТЭО кондиций) отработана методика геоинформационного анализа территории, подвергающейся комплексному техногенному воздействию по видам природных факторов:

- обрабатываемый горный массив (горный отвод) и технологически связанные с ним опасные зоны;
- земельный отвод предприятия и земли, подвергающиеся изъятию, а также антропогенному и техногенному воздействию;
- гидросфера, водные ресурсы (поверхностные и подземные), загрязняемые сбросами и продуктами эрозии и выщелачивания;
- воздушный бассейн (санитарно-защитная зона и прилегающий регион, загрязняемый в соответствии с преобладающими направлениями ветров), подверженный влиянию техногенных выбросов, сдуванию пыли и продуктов эрозии пород;
- промышленная и социальная инфраструктура предприятия (здания, сооружения, коммуникации), обеспечивающая производство основной продукции, размещающаяся исходя из принципов организации рациональных логистических потоков, безопасного взаиморасположения, формирующая образование отходов, а также организованных и неорганизованных источников загрязнений.

Вопросы построения ГИС при изучении техногенных минеральных объектов, методика прогноза их формирования и комплексного освоения показаны на примере обследования Андрее-Юльевской группы кианитсодержащих и неоднократно перемытых Еленинской и Андреевской золотоносных россыпей [8]. На основании анализа сведений, содержащихся в ГИС техногенно-минеральных объектов, появляется реальная возможность типизации условий их накопления, обработки и утилизации, оценки объема возобновляемых ресурсов и общей стратегии экологической реабилитации нарушенных территорий, прогноза масштабов техногенного загрязнения и оценки санитарно-гигиенического благополучия промышленных регионов, целевого планирования бюджетных средств и средств от предпринимательской деятельности, расходуемых в целях предотвращения ущерба, нанесенного окружающей среде.

Основой для принятия новых решений при перспективном планировании горных работ при отработке Гусевогорского месторождения титано-магнетитов являются результаты геоинформационного моделирования – геометризации месторождения, включающей действующую классификацию руд по обогатимости, и дополнительный оцениваемый параметр – предельное содержание диоксида титана в добываемых рудах. Следствием таких изменений является переход к отработке месторождения по природным типам руд, что повлечет за собой изменение схемы и порядка планирования разработки месторождения, реконструкцию обогатительного передела, изменение логистики поставок сырой руды на переработку, изменение схемы рудоподготовки и внутрикарьерного усреднения руд и пр.

Расширение сырьевой базы медной подотрасли Урала за счет включения в переработку забалансовых сульфидных руд, как показали исследования ЗАО «НПК «Техноген», возможно в том числе и за счет применения рентген-радиометрической сепарации. В этом случае назначение и собственно структура информационных баз данных должна быть ориентирована на объединение совокупности геоинформационных моделей: размещения забалансовых руд (координаты учтенных запасов); топографических данных районов добычи и переработки; транспортных и энергетических коммуникаций; инженерно-экологических данных о техногенной нарушенности районов переработки забалансовых руд и т. п.

В целом совместная комплексная оценка добычи, перемещения, переработки и утилизации отходов переработки позволит разработать стратегию вовлечения потерь в хозяйственный оборот, ликвидировать и обезвредить отвалы забалансового сырья, утилизировать хвосты переработки по стандартным процедурам.

Использование вышеизложенных целевых подходов к моделированию позволяет расширить функции ГИС, в том числе для экспертизы проектов и планов, а также оценки создания новых элементов минерально-сырьевой базы. Формально решение разнообразных задач системной оценки размещения и совокупного техногенного влияния объектов горнодобывающих предприятий в районе ведения горных работ и комплексного взаимодействия их с природной средой может осуществляться в нескольких типовых вариантах:

- *прямая задача* – прямой расчет техногенных параметров горного производства с обоснованием зон техногенного нарушения на базе первичных данных ГИС с последующим прогнозированием природоохранных мероприятий и мер технологической защиты;

- *обратная задача* – моделирование границ зон, сформированных по нормативному воздействию или в соответствии с некоторым предельным их состоянием, внутри которых нужно искать технологические решения, адаптированные под заданные ограничения;

- *задача-«катастрофа»* – разработка вариантов сценария провоцирования аварий и последующее моделирование развития и оценки последствий природно-техногенных катастроф с обоснованием упреждающих мероприятий по их предотвращению и организационных мер по ликвидации их последствий. Предоставление «разведанных» в виде ГИС прогноза ЧС и способов инженерных доступов к местам ведения спасательных работ.

- *задача-обобщение* – аналитическая подборка, характеризующая общее состояние или тенденцию развития того или иного процесса или явления, предваряющая классифицированную ранее совокупность объектов, входящих в ГИС (отрабатываемые или разведываемые месторождения – по видам сырья, техногенно-минеральные объекты – по видам отходов и полезных компонентов, месторождения подземных вод и т. п.).

Задача-обобщение является наиболее сложной с точки зрения организации данных, хранящихся в ГИС, и порядка их обработки. Это объясняется тем, что показатель-критерий, по которому осуществляется выборка, не всегда очевиден и не может быть учтен (спрогнозирован) при проектировании информационной структуры данных. Тем не менее подход, основанный на использовании идеологии последовательной смены оценочных показателей и графической их интерпретации в целом является достаточно перспективным.

Перспективой развития прикладных аспектов ГИС является расширение спектра учитываемых и контролируемых параметров, в том числе современной геодинамической активности, данных экологического мониторинга, в том числе радиационного – основы прогнозов динамики опасных природных процессов, спровоцированных техногенным влиянием горнодобывающих предприятий, текущих оценок и обоснование экологического и социального рисков при планировании экономического развития региона.

Результаты исследований могут быть использованы специалистами Росприроднадзора и МПР РФ для экспертизы и комплексной оценки опасных природных процессов в увязке с развитием техносферы региона; специалистами МЧС РФ для анализа опасности производственных объектов, оценки вероятности аварий регионального масштаба и разработки стратегии снижения степени риска ЧС и техногенных катастроф; специалистами Ростехнадзора РФ для управления уровнем промышленной безопасности; специалистами в области жилищного, промышленного и транспортного строительства для определения мест заложения инженерных и транспортных коммуникаций, промышленных зданий и сооружений; работниками региональных и муниципальных органов самоуправления для принятия решений о перспективах социально-экономического развития территорий.

Литература

1. Корнилков С.В. О развитии минерально-сырьевой базы арктической зоны Российской Федерации на основе оценки разведанных и перспективных запасов полезных ископаемых / С.В. Корнилков, В.Л. Яковлев, А.Г. Журавлев, В.Д. Кантемиров, В.В. Мельник // Конкурентный потенциал северных и арктических регионов: Сб. науч. трудов / Отв. ред. д.э.н. В.И. Павленко. - Архангельск, 2014. - С. 39 - 47
2. Корнилков С.В. Об основных положениях методики экспресс-оценки главных параметров и технологий горнодобывающего предприятия / С.В. Корнилков // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2010. – ОВ № 4. –С. 34 – 44.
3. Рыбникова Л.С. Геофильтрационная модель массива горных пород в области влияния обрабатываемых и ликвидируемых рудников горноскладчатого Урала / Л.С. Рыбникова, П.А. Рыбников // Литосфера. - 2013. - № 3. - С. 130 – 136.
4. Wolkersdorfer C. Water management at abandoned flooded underground mines. Fundamentals. Tracer tests. Modelling. Water treatment. Springer. 2008. - 465 p.
5. Amos RT, Blowes DW, Bailey BL, Sego DC, Smith L, & Ritchie AIM. Waste-rock hydrogeology and geochemistry. Applied Geochemistry. 2015 № 57. - P. 140-156.
6. Рыбникова Л.С. Особенности формирования запасов месторождений подземных вод, эксплуатируемых дренажными системами на горно-складчатом Урале / Л.С. Рыбникова, П.А. Рыбников // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. - 2015. - № 3. - С. 204 - 219.
7. Корнилков С.В. Геоинформационные технологии оценки перспективных минерально-сырьевых ресурсов Урала / С.В. Корнилков // Горный журнал. - 2012. - № 1. - С. 19 – 21.
8. Корнилков С.В. Концептуальные вопросы изучения техногенных минеральных объектов и прогноз их формирования и комплексного освоения / С.В. Корнилков, В.Л. Яковлев, В.А. Коротеев // Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований. Техноген-2014: труды Конгресса с междунар. участием и элементами школы мол. ученых: сб. докл. / РАН, Правительство Свердловской обл., УГМК, ИМЕТ УрО РАН. - Екатеринбург: Уральский рабочий, 2014. - С. 27 - 35.