

На правах рукописи

**ПЕТИН Александр Николаевич**

**РАЦИОНАЛЬНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ В ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ  
ПРОВИНЦИИ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ  
(ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ)**

25.00.36 – Геоэкология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора географических наук

Астрахань – 2010

Работа выполнена на кафедре географии и геоэкологии  
Белгородского государственного университета

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор,  
член-корреспондент РАН  
**Дьяконов Кирилл Николаевич**

доктор геолого-минералогических наук,  
профессор  
**Серебряков Алексей Олегович**

доктор географических наук, профессор  
**Бухгалтер Лев Борисович**

Ведущая организация: **Институт географии РАН (г. Москва)**

Защита состоится « 26 » апреля 2010 года в 9.00 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.009.04 при Астраханском государственном университете по адресу: 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1.

Факс: (8512) 22-82-64,

E-mail: miolin76@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Астраханского государственного университета

Автореферат разослан «\_\_» марта 2010 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат географических наук

М.М. Иолин

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** В настоящее время масштабы влияния хозяйственной деятельности человека в горнопромышленных районах Курской Магнитной Аномалии (КМА) значительно превосходят масштабы воздействия природных геологических и геохимических процессов, протекающих на Земле.

Железородная провинция КМА располагается в староосвоенном Центрально-Черноземном районе Европейской территории России. Она простирается с юго-востока на северо-запад на 625 км при ширине 150-250 км; площадь ее составляет 125 тыс. км<sup>2</sup>. Однако, основные месторождения железных руд с промышленными запасами приурочены к ее центральной части, а именно к территории Белгородской, Курской, частично Орловской, Брянской и Воронежской областей, где на площади около 70 тыс. км<sup>2</sup> сосредоточены крупнейшие месторождения, участки и аномалии железных руд. По запасам и качеству железных руд бассейну КМА принадлежит ведущее место в мире, а по добыче – первое место в России.

Выгодное географическое положение по отношению к металлургическим заводам Европейской территории России, высокие перспективы на увеличение промышленных запасов богатых железных руд и легкообогатимых железистых кварцитов позволяют считать этот регион главной железорудной базой России, практическое значение которой в перспективе будет возрастать.

Однако, широкомасштабное промышленное освоение железорудного сырья, начавшееся с 60-х годов XX столетия, привело к возникновению сложной экологической обстановки в регионе КМА.

Техногенная нагрузка в горнопромышленных районах определяется как степенью прямого, так и косвенного воздействия человека на природную среду и на геологическую среду, в частности. Негативные изменения в окружающей природной среде промышленной зоны КМА обусловлены:

- использованием природных ресурсов (изъятием, трансформацией и нарушением земель, добычей полезных ископаемых, использованием поверхностных и подземных вод и т.п.);

- эмиссией производственных отходов в окружающую среду (выбросы вредных веществ в атмосферу промышленными, коммунальными, бытовыми, энергетическими предприятиями и транспортом, сброс сточных вод в поверхностные водоемы, размещение твердых отходов на поверхности ландшафтов, загрязнение почвенного покрова опасными химическими соединениями);

- техногенной трансформацией функционирования природных ландшафтов.

Продолжающееся ухудшение качества природной среды в горнодобывающих районах КМА вызывает необходимость поиска путей и методов преодоления отрицательных последствий вмешательства человека в функционирование природных систем, включая эколого-геологические системы. Этими

обстоятельствами диктуется необходимость ускоренного развития научных направлений, связанных с рационализацией недропользования с целью обеспечения устойчивого развития исследуемого региона.

В связи с этим весьма важной представляется разработка и реализация экологически сбалансированного подхода к освоению минеральных ресурсов региона.

Долговременное и безопасное освоение железорудных месторождений КМА, как непереносимое условие на пути к устойчивому развитию региона, требует регионального управления комплексным освоением недр, охватывающим не только горнотехническую, но и социально-экономическую, экологическую и производственную сферы деятельности.

Формирование эффективной системы недропользования на основе комплексного освоения и использования всей совокупности ресурсов недр, применения малоотходных ресурсосберегающих технологий, экологизации производства и обеспечения конкурентоспособности продукции минерально-сырьевого комплекса на мировом рынке – важнейшая задача рассматриваемого региона. Это сложный, многоэтапный, непрерывный, интеграционный процесс, требующий проведения новых глубоких теоретических и методических разработок в области рационального недропользования.

Рациональное недропользование представляет собой многоаспектный процесс, включающий решение комплекса взаимосвязанных вопросов (законодательных, технологических, экономических, экологических и др.). В настоящей диссертационной работе автором основное внимание уделено одному из аспектов этого комплекса, а именно геоэкологическим вопросам рационального недропользования.

**Предмет исследования.** Эколого-географические закономерности техногенной трансформации геологической среды железорудной провинции КМА под воздействием горнопромышленного комплекса в условиях возрастающих антропогенных нагрузок.

**Цели и задачи исследования.** Цель работы – разработка рекомендаций по оптимизации недропользования в горнопромышленном комплексе КМА на основе анализа эколого-географических закономерностей техногенной трансформации геологической среды и пространственно-временных особенностей развития техногенеза и его экологических последствий.

Достижение указанной цели предопределило решение следующих задач:

- провести всесторонний анализ ресурсной и экологической функции геологической среды и оценить общую экологическую обстановку в исследуемом регионе;
- разработать основы методологии комплексной геоэкологической оценки состояния окружающей среды, в том числе геологической среды, применительно к территории железорудной провинции КМА;

- создать и апробировать методику среднemasштабного геоэкологического картографирования состояния геологической среды в горно-промышленном регионе КМА;
- сформировать региональную систему мониторинга состояния геологической среды в горнопромышленном регионе КМА;
- разработать основополагающие направления, экологически сбалансированного недропользования в железорудной провинции КМА, включающие рекомендации по предотвращению или снижению негативного техногенного воздействия на окружающую среду, рациональному и безопасному использованию полезных ископаемых, защите населения от вредного воздействия негативных техногенных процессов;
- внедрить в производство научно обоснованные методические и технологические приемы снижения техногенной нагрузки на геологическую среду региона.

**Фактический материал и личный вклад автора.** Диссертационная работа является итогом 16-летней научной деятельности автора. В ее основу положены результаты эколого-географических и инженерно-геологических исследований Курской и Белгородской областей (масштаб 1:200000); детальных геолого-экологических, геоморфологических, эколого-гидрологических и ландшафтных исследований, проведенных автором диссертации с 1993 по 2008 гг. в пределах Курской и Белгородской областей (регион КМА) в рамках выполнения грантов по программам «Университеты России», «Федерально-региональная политика в науке и образовании», Российского Фонда Фундаментальных исследований (РФФИ), «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 гг.»; а также более 20 хоздоговорных тем, посвященных рассматриваемой проблематике.

Автору лично принадлежат результаты комплексного анализа состояния минерально-сырьевой базы железорудной провинции КМА и ее экологических проблем, классификация факторов техногенной трансформации окружающей среды, в том числе природных ландшафтов и карьерно-отвалных комплексов КМА, разработка принципов и методов геоэкологического картографирования, оценка и картографирование геодинамических процессов на активно разрабатываемых железорудных месторождениях КМА и др.

**Методология и методы исследования.** Исходной теоретической базой диссертационной работы явились: учение о геологической среде, ресурсной и экологической функциях литосферы, разработанные в трудах отечественных ученых Е.М. Сергеева, В.И. Осипова, Г.К. Бондарика, В.Т. Трофимова, Д.Г. Зилинга, Ф.В. Котлова, Г.А. Голодковской, Ю.Б. Елисеева, В.А. Королева и др.; учение о природно-технических (ПТС) и геотехнических (ГТС) системах, изложенные в трудах А.Л. Ревзона, А.А. Цернага, А.П. Камышева, А.Е. Ретеюма, К.Н. Дьяконова и др.; теоретические основы и методика эколого-геологического и геоэкологического картографирования, разработанные в трудах геологов В.Т. Трофимова, Д.Г. Зилинга, М.А. Харькиной, Т.А. Бара-

бошкиной, И.И. Косиновой, а также географов Б.И. Кочурова, А.В. Антиповой, Н.А. Жеребцовой, В.И. Стурмана и др.; теоретические основы рационального недропользования и экологической безопасности недр, разработанные в трудах В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, М.И. Агошкова, А.Х. Бенуни, А.Д. Верхотурова, В.Т. Калининкова, Д.Р. Каплунова, Ф.Д. Ларичкина, Н.Н. Мельникова, С.А. Первушина, И.К. Плаксина, В.А. Резниченко, К.Н. Трубецкого, В.А. Чантурия, Н.Н. Чаплыгина и др.

**Методы исследования.** Для решения поставленных задач использованы различные методы: системного анализа, ландшафтно-геохимический, картографический, ГИС-технологий, ретроспективного анализа, дистанционного зондирования земной поверхности и др.

#### **Научная новизна результатов исследований.**

1. Проведена обобщающая и комплексная геоэкологическая оценка современного состояния геологической среды в железорудной провинции КМА и дана оценка возможным вариантам ее изменения при возрастающих темпах освоения минерально-сырьевых ресурсов.

2. Изучены и классифицированы основные факторы техногенной трансформации геологической среды в горнопромышленных районах КМА.

3. Оценено влияние современных технологий добычи железорудного сырья (открытого, шахтного и скважинной гидродобычи) на экологическую обстановку и техногенную трансформацию естественных ландшафтов региона.

4. Проведена типизация карьерно-отвальных комплексов КМА по вещественно-энергетическим потокам и ландшафтно-геохимической структуре.

5. Разработаны принципы и методы геоэкологического картографирования состояния геологической среды горнопромышленных районов КМА и на этой основе составлена среднемасштабная (1: 500000) комплексная геоэкологическая карта состояния геологической среды Белгородской области и карта экологических ситуаций данного региона (М 1:200000) с выделением на них ареалов геоэкологических ситуаций разной степени напряженности.

6. Разработаны теоретические основы рационального недропользования, которые использованы в региональной концепции экологически сбалансированного недропользования в железорудной провинции КМА.

#### **Основные защищаемые положения.**

1. Потенциальная опасность освоения железорудных месторождений КМА определяется возникновением и развитием комплекса негативных геодинамических и экзогенных геологических процессов. Их развитие обусловлено разрушением целостности горных пород, изменением местного базиса эрозии, перемещением больших объемов горных масс с образованием техногенного рельефа, характеризующегося активными неравновесными склонами, образованием дисперсных обломочных фракций с большой удельной поверхностью.

2. В основе оценки и прогноза негативных геолого-экологических последствий освоения железорудного сырья КМА лежит их типизация по геолого-промышленным свойствам и качеству сырья. Нерудные компоненты (примеси) различного качества в виде горнопромышленных отходов сформировали географическую пестроту их распространения; многие из них представляют экологическую опасность для окружающей среды и здоровья человека.

3. Степень и глубина трансформации геологической среды и обусловленное ими состояние природной среды определяются применяемыми видами геотехнологий обработки железной руды (открытым, шахтным способами, методом скважинной гидродобычи).

4. В пределах железорудной провинции КМА сформированы четыре геоэкологические района: Старооскольско-Губкинский, Михайловский, Яковлевский и Большетроицкий. Каждый из них различается по свойствам геологической среды, природно-ландшафтной дифференциации, степени освоенности железорудных месторождений, применяемому способу обработки месторождений, степени антропогенной нагрузки, распространению неблагоприятных геологических процессов, остроте экологической ситуации.

5. Долговременная безопасная жизнедеятельность населения районов КМА требует регионального управления комплексным освоением недр, охватывающего наряду с горнотехнической, также социально-экономическую, экологическую и производственную сферы. В региональной самоорганизации долговременного и экологически сбалансированного недропользования должно выделяться несколько первоочередных взаимосвязанных направлений, реализуемых на локальном (производственном) и региональном (административном) уровнях:

- совершенствование экологического управления;
- повышение научно-технического уровня добычи и переработки железорудного сырья;
- экологически ориентированное развитие инфраструктуры горнодобывающего района;
- развитие законодательной и нормативно-правовой базы;
- создание в регионе постоянно действующего мониторинга состояния недр.

**Обоснованность и достоверность результатов исследований подтверждается:**

- многолетними географическими, геоморфологическими исследованиями автора в Центрально-Черноземном регионе, а также геолого-экологическими наблюдениями в зоне влияния горнодобывающего комплекса КМА, результаты которых опубликованы в виде статей в центральных академических журналах России и монографий;

– широким использованием материалов дистанционного зондирования земной поверхности (аэрофото- и космоснимков) для целей выявления ретроспективного и современного состояния техногенной трансформации компонентов окружающей среды региона КМА;

– патентами РФ на изобретение и авторскими свидетельствами об официальной регистрации базы данных РФ и Государственного координационного центра информационных технологий отраслевого фонда алгоритмов и программ Федерального агентства по образованию РФ.

**Практическое и научно-теоретическое значение результатов исследования.** Основные положения диссертационной работы, разработанной концепции по рациональному недропользованию, информационному обеспечению освоения минерально-сырьевых ресурсов железорудной провинции КМА и оценки геоэкологических последствий промышленного освоения железорудных месторождений нашли отражение:

– в электронном атласе «Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области» (Свидетельство РФ об официальной регистрации базы данных № 2005620231 от 26 августа 2005 г.);

– в разработке электронной базы данных «Основы региональной экологии и природопользования» (Свидетельство Федерального агентства по образованию РФ, Государственного координационного центра информационных технологий, № 5716 от 1 марта 2006 г.);

– в учебно-справочном картографическом пособии в виде атласа «Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области» (Белгород, 2005 г.), в котором диссертант являлся членом редакционной коллегии и автором ряда геологических и географических карт;

– в подготовке ежегодных выпусков докладов Областного комитета по экологии и природным ресурсам «Состояние окружающей среды и использования природных ресурсов Белгородской области» (Белгород, 1996 – 2004 г.) и информационных бюллетеней Территориальных центров государственного мониторинга геологической среды и водных объектов Белгородской и Курской областей (Белгород, 2000-2004 г., Курск, 2002, 2003 г.);

– в подготовке учебных пособий: «География Белгородской области» (М.:Изд-во МГУ, 2004, 2006, 2008) «Геологическое строение и полезные ископаемые Белгородской области» (Белгород, 2000), «Экология Белгородской области» (М.: Изд-во МГУ, 2002), «Основы экологии и природопользования» (М.: Изд-во МГУ, 2004), «Общая и региональная экология» (Белгород: Изд-во БелГУ, 2006), «Анализ и оценка качества поверхностных вод» (Белгород.: Изд-во-БелГУ, 2006), «Геоинформатика в недропользовании» (Белгород.: Изд-во БелГУ, 2008) и др., имеющих грифы Министерства образования РФ и УМО, а также при разработке лекционных курсов «Геоэкология», «Основы экологии и рационального природопользования», «Ландшафтно-



экологические основы оптимизации техногенных ландшафтов», «Проблемы региональной экологии и природопользования», «Аэрокосмический мониторинг природных и техногенных геосистем», читаемых автором диссертации студентам и магистрам на геолого-географическом факультете БелГУ.

– научные результаты автора диссертации внедрены ГП «Белгородгеомониторинг» и ГП «Курскгеомониторинг» в своей практической деятельности по созданию наблюдательной сети полигонов мониторинга экзогенных геологических процессов на территории Курской и Белгородской областей (подтверждено актами внедрения).

**Апробация результатов исследования.** Материалы и результаты исследований, положенных в основу диссертации, докладывались и обсуждались на более чем 50 международных, всесоюзных и региональных конференциях, в том числе: в Астрахани (2003, 2009), Барнауле (1996), Белгороде (1994, 1998, 2000, 2001, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009), Брянске (2007), Волгограде (2000), Воронеже (2001, 2002), Грозном (2008), Звенигороде (2004), Казани (1996), Киеве (2006, 2009), Краснодаре (1998), Кузнецке (2005), Курске, (2005), Кызыл-Кия (2006), Москве (1997, 2000, 2006, 2007, 2008), Навои (2007), Пензе (2003, 2005, 2006), С.-Петербурге (1997, 2003), Смоленске (1997), Ставрополе (2005), Токио (2001), Тольятти (2004, 2005), Уфе (1999), Харькове (2003, 2004, 2006, 2009), Чебоксарах (2000, 2005) и др.

**Публикации.** Всего автором опубликовано более 320 научных работ, из них по теме диссертации 132 работы, в том числе 4 монографии, 8 авторских карт в Атласе Белгородской области, 33 работы в реферируемых научных журналах из списка ВАК РФ, 15 учебных пособий, из них 1 с грифом Министерства образования РФ и 9 с грифом УМО; результаты исследований защищены 9 Патентами РФ на изобретение и 2 Свидетельствами РФ об официальной регистрации базы данных и 4 Свидетельствами об отраслевой регистрации, зарегистрированных в Отраслевом фонде алгоритмов и программ Федерального агентства по образованию РФ.

**Структура работы.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, включающих 14 таблиц и 53 рисунка, заключения и списка использованной литературы, состоящего из 358 источников. Общий объем работы – 344 страницы.

Автор благодарит за постоянную помощь и внимание при работе над диссертацией д.г.н., профессора Б.И. Кочурова, д.г.н., профессора А.Г. Корнилова, д.г.н., профессора Ю.Г. Чендева, д. г.-м. н. В.А. Дунаева. Глубокую признательность за долговременную совместную деятельность и помощь автор выражает директору ГП «Белгородгеомониторинг» А.И. Спиридонову, директору «Курскгеомониторинг» В.Л. Переверзеву, генеральному директору ОАО «Белгородгеология» И.Ф. Плужникову, заслуженному геологу СССР В.И. Белых.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. Методологические основы изучения взаимодействия геологической среды и техносферы

В данной главе рассмотрены современные представления отечественных геологов о геологической среде, ее структуре, строении и функционировании, о взаимосвязи геологической среды с другими оболочками Земли. Особое внимание уделено экологической функции литосферы и формированию в процессе взаимодействия человека и геологической среды природно-технических систем.

Широко используемое настоящее время понятие "геологическая среда", по-разному трактуется различными авторами в зависимости от направлений их исследований. Наиболее распространенным считается определение «геологической среды», данное Е.М. Сергеевым, который под этим термином понимает верхнюю часть литосферы, рассматриваемую как многокомпонентную систему, находящуюся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека, в результате чего происходит изменение природных геологических процессов и возникновение новых антропогенных явлений, что в свою очередь вызывает изменение инженерно-геологических условий строительства объектов на конкретной территории. Основные элементы геологической среды – это горные породы, подземные воды, формы рельефа, геологические процессы и явления и их инженерно-геологические аналоги.

В.Т. Трофимовым, Д.Г. Зилингом выделены следующие экологические функции литосферы:

1) ресурсная – включает минеральные, органические и органоминеральные ресурсы, подземные воды, геологическое пространство, рассматриваемые как необходимый компонент функционирования экосистем;

2) геодинамическая – способность литосферы к развитию природных и антропогенных геологических процессов и явлений, определяющих условия функционирования экосистем;

3) геофизико-геохимическая – представляет собой совокупность геофизических и геохимических полей, влияющих на экологическую комфортность проживания населения.

Сравнительный анализ данных функций показал, что они анализируются как при частных геологических исследованиях, так и при комплексном геоэкологическом изучении территории. Однако только в последнем случае ресурсная, геодинамическая и геофизико-геохимическая функции литосферы рассматриваются во взаимосвязи между собой с целью выявления влияния геологической среды и литосферы в целом на условия проживания и состояние здоровья человека.

С конца 70–х годов XX столетия в отечественную геологическую и географическую литературу был введен термин «природно-техническая система»

(ПТС) с целью рассмотрения возникающих в процессе взаимодействия человека и природы особых образований – систем. Разные авторы (А.Ю. Ретеюм, К.Н. Дьяконов, Г.К. Бондарик, В.Т. Трофимов, В.К. Епишин, А.П. Камышев, В.А. Королев, А.Л. Ревзон и др.) вкладывают в это понятие свой смысл от глубоко географического до инженерно-геологического. Однако общее в их понимании то, что ПТС – это особые целостные системы, упорядоченные в пространственно-временном отношении совокупностью взаимодействующих компонентов, включающих орудия, продукты и средства труда, естественные и искусственно измененные природные тела, а также естественные и искусственные информационно-энергетические поля.

Горнодобывающее предприятие располагается в конкретных природных условиях и связано потоками вещества, энергии и информации с природными системами. Горнодобывающее предприятие, как техническая система, включает в себя машины и механизмы, материалы, коммуникации, техногенные источники энергии и информации. В процессе функционирования горнодобывающее предприятие (техническая система) взаимодействует с природными геосистемами, образованными горными массивами и рудными телами, водоносными горизонтами и поверхностными водными объектами, почвами, растительностью, приземным слоем атмосферы и естественными источниками энергии. В процессе взаимодействия технической системы (ТС) с природными геосистемами (ГС) посредством обмена вещества, энергии и информации и формируется ПТС. Они являются относительно новым объектом исследования, объединяющим интересы геологов, горных инженеров, географов, геохимиков и экологов. Изучение их основных компонентов и вещественно-энергетических связей между ними, определяющих структуру природно-технической системы (показаны на рис. 1), служит основой оптимального управления горнодобывающим предприятием, а также прогноза и контроля состояния природной среды, что, в конечном счете, приводит к рациональному экономически и экологически сбалансированному освоению природных ресурсов в горнодобывающих районах.

В свою очередь, горнопромышленные природно-технические системы по своей структуре могут быть различного уровня: элементарной, локальной и региональной. ПТС элементарного уровня образуется при взаимодействии отдельного сооружения горнопромышленного объекта с геологической средой.

Горнопромышленная ПТС локального уровня формируется и функционирует под влиянием взаимодействия всех сооружений горнодобывающего комплекса с литосферой и состоит из элементарных природно-техногенных систем.

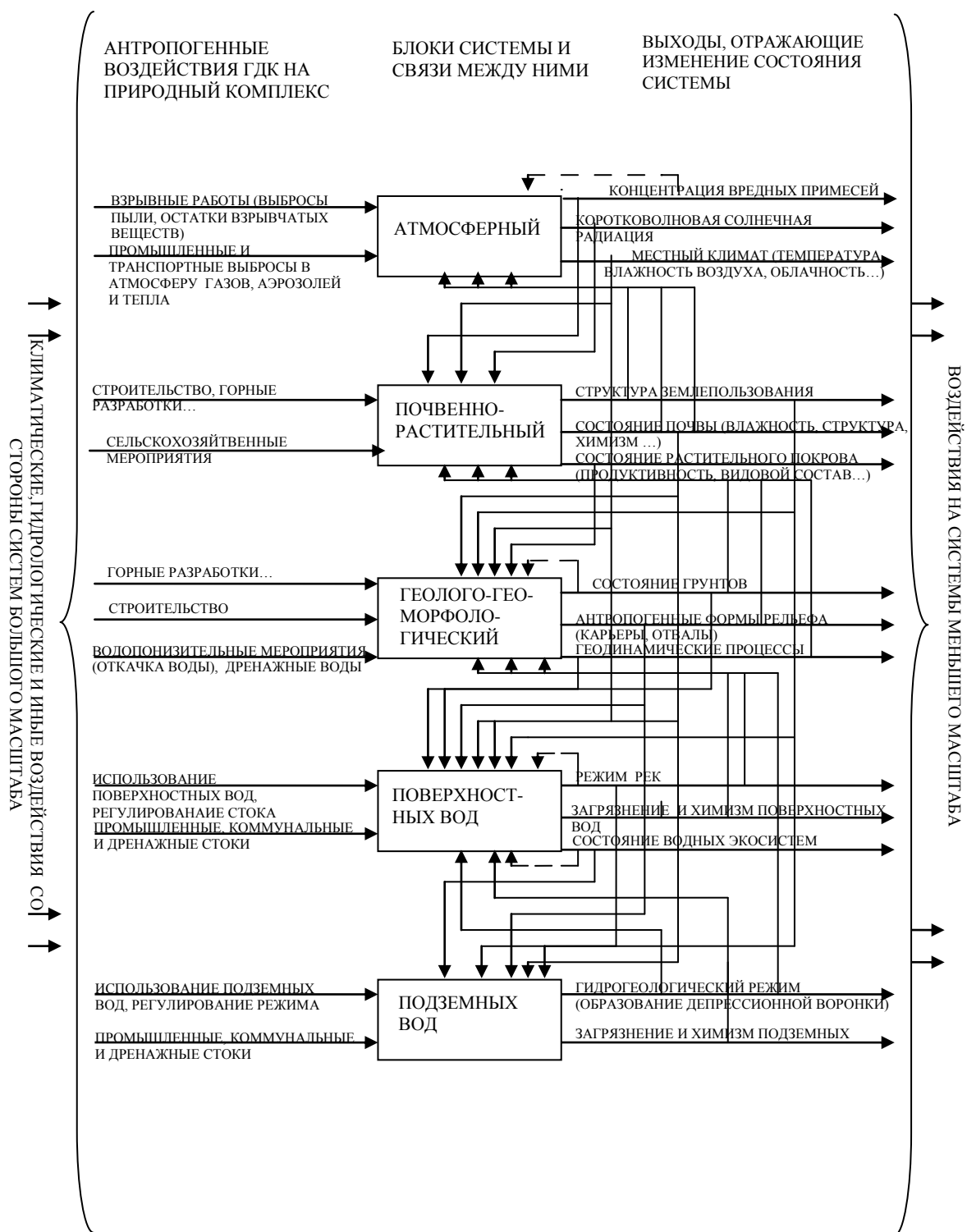


Рис. 1. Функциональная блок-схема природно-технической системы (ПТС) активно разрабатываемого железорудного месторождения

Горнопромышленная ПТС регионального уровня может быть образована несколькими природно-техническими системами локального уровня, связанными между собой однородностью геолого-структурного происхождения и распространением определенного типа полезного ископаемого.

## **Глава 2. Природные условия и природно-ресурсный потенциал КМА**

На основе анализа литературных источников, фондового и картографического материалов охарактеризованы природные условия и ресурсы территории КМА (геологическое строение и рельеф, климат, поверхностные и подземные воды, почвенный и растительный покров, ландшафтная дифференциация).

## **Глава 3. Минерально-сырьевые ресурсы КМА**

Резкое отличие в геологическом строении двух структурных этажей бассейна КМА (докембрийского фундамента и осадочного платформенного чехла) предопределило совершенно разный набор генетических типов полезных ископаемых, характерных для каждого из этих этажей. В докембрийском фундаменте залегают главным образом металлические (рудные) полезные ископаемые метаморфического генезиса и коры выветривания метаморфитов, а также магматогенные и гидротермальные месторождения и рудопроявления. Платформенный чехол вмещает огромные запасы нерудного минерального сырья осадочного (морского и континентального) происхождения.

Основное минеральное богатство докембрийского фундамента – железные руды, бокситы и железозалюминиевое сырье. Эти полезные ископаемые либо метаморфического происхождения (железистые кварциты), либо связаны с корой выветривания докембрийских метаморфитов (богатые железные руды, железозалюминиевое сырье). Кроме того, известны преимущественно магматогенные проявления золота, полиметаллов, молибдена и редких металлов.

Бассейн КМА включает четыре железорудных района: Оскольский, Белгородский, Михайловский и Орловский. Только в трех первых районах ведется добыча железных руд. Два наиболее крупных из них (Оскольский и Белгородский) размещаются в Белгородской области. Оскольский район расположен на северо-востоке области. Он приурочен к юго-восточному флангу Орловско-Оскольского синклинория КМА, представленному Тим-Ястребовской и Волотовской синклиналями. Белгородский район занимает западную часть области. Это южный фланг Белгородско-Михайловского синклинория, основной структурой которого является Белгородская синклиналь. Михайловский рудный район находится в северо-западной части КМА на территории Курской области и приурочен к Михайловской синклинорной структуре. Пространственное распространение основных железорудных ме-

сторождений и перспективных участков показано на рис. 2.

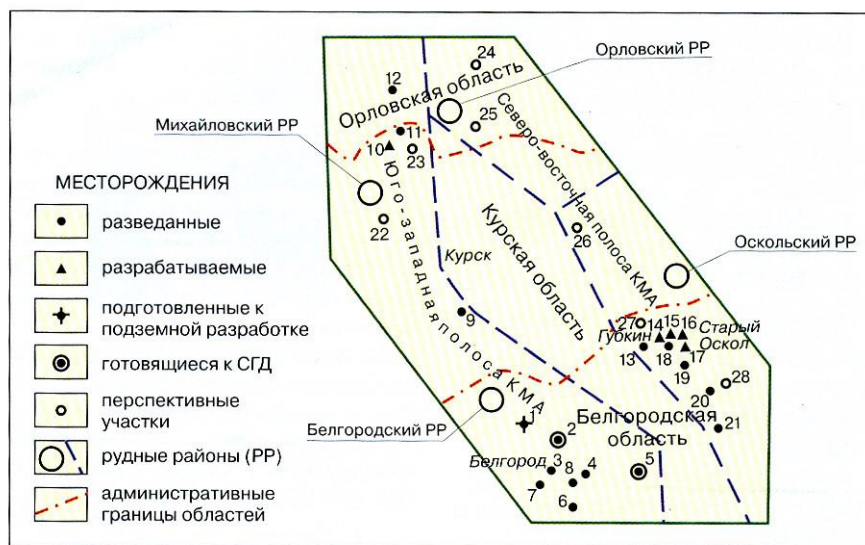


Рис. 2. Железорудные месторождения и перспективные участки бассейна КМА:

1 – Яковлевское; 2 – Гостищевское; 3 – Висловское; 4 – Мелихово-Шебекинское; 5 – Большетроицкое; 6 – Разуменское; 7 – Олимпийское; 8 – Соловьевское; 9 – Дичнянско-Реутское; 10 – Михайловское; 11 – Курбакинское; 12 – Новоялтинское; 13 – Осколецкое; 14 – Коробковское; 15 – Лебединское; 16 – Стойло-Лебединское; 17 – Стойленское; 18 – Салтыковское; 19 – Приоскольское; 20 – Чернянское; 21 – Погромецкое; 22 – Яценский участок; 23 – Лев-Толстовский участок; 24 – Орловский участок; 25 – Воронцовский участок; 26 – Щигровский участок; 27 – Панковский участок; 28 – Северо-Волотковсчкий участок.

Железные руды представлены двумя геолого-промышленными типами: **железистыми кварцитами** и **богатыми железными рудами**.

**Железистые кварциты** образовались в результате метаморфизма древних железисто-кремнистых осадков главным образом курской серии нижнего протерозоя. Это полосчатые очень крепкие породы. Полосчатость обусловлена чередованием разноокрашенных полос шириной от долей миллиметра до 1,5-2 см, сложенных преимущественно рудными и нерудными минералами. Основные рудные минералы кварцитов – магнетит, реже гематит, а нерудные – кварц и другие силикаты. Среди силикатов преобладают амфиболы (куммингтонит, актинолит, реже тремолит) и слюды (биотит, иногда флогопит), встречается пироксен. В виде примесей железистые кварциты содержат карбонаты и сульфиды (пирит, пирротин).

Железистые кварциты стратиграфически относятся к коробковской свите курской серии, а структурно приурочены к крыльям и замковым частям синклиналей. В магнитном поле кварциты проявляются положительными линейно-вытянутыми высокоинтенсивными аномалиями. Залежи железистых кварцитов представлены пластами мощностью до 200-500 м моноклиально-

го или сложноскладчатого залегания. Падение их крутое до субвертикального. Протяженность залежей – до нескольких десятков километров. Среднее содержание железа в балансовых рудах колеблется по отдельным месторождениям от 32 до 36,8%. Железистые кварциты после измельчения хорошо обогащаются технологически простым и экологически чистым методом мокрой магнитной сепарации с получением высококачественного магнетитового концентрата.

**Богатые железные руды** сформировались по железистым кварцитам в процессе их выветривания. Основные минеральные типы руд: железно-слюдково-мартитовые, мартитовые и гидрогетит-гидрогематит-мартитовые. По внешнему виду они представляют собой полосчатый мелко- и тонкозернистый рыхлый и слабосцементированный агрегат от красновато-бурой до черной окраски. В верхних частях залежей развиты плотные разности богатых руд, образованные при цементации рыхлых руд минералами (преимущественно сидеритом, в меньшей степени хлоритом, кальцитом и сульфидами), выпавшими из инфильтрационных растворов на конечной стадии формирования коры выветривания. Рыхлые руды преобладают в Белгородском районе, а плотные – в Оскольском и Михайловском. В целом богатые железные руды КМА относятся к гематит-сидерит-мартитовому типу.

Богатые руды прерывистым плащом покрывают выходы железистых кварцитов, образуя субгоризонтальные залежи с крутопадающими клиновидными ответвлениями, уходящими по зонам трещиноватости вглубь массивов железистых кварцитов. Средняя мощность залежей по различным месторождениям колеблется от 10-30 м (Оскольский район) до 50-125 м (Белгородский и Михайловский районы), а протяженность – от 0,5 до 20 км. Качество руд высокое. Среднее содержание в них железа 52,9-62,3, серы 0,05-0,16, фосфора 0,02-0,03%. После окускования (агломерации) рыхлых разностей и дробления плотных они пригодны для доменной плавки без обогащения. Основные запасы железных руд КМА отражены в табл. 1.

На территории Белгородской области находятся 14 из 18 разведанных и учтенных Государственным балансом месторождений железных руд КМА с запасами 51,1 млрд т, в том числе запасы промышленных категорий составляют 24,4 млрд т. В Оскольском железорудном районе расположено 9 месторождений: Коробковское, Лебединское, Стойло-Лебединское, Стойленское, Приоскольское, Салтыковское, Осколецкое, Погромецкое и Чернянское, балансовые запасы которых представлены главным образом легкообогатимыми кварцитами в количестве суммарно 18,05 млрд т категорий А+В+С<sub>1</sub> и 5,07 млрд т категории С<sub>2</sub>. Общие запасы богатых руд в этом железорудном районе составляют 0,57 млрд т. В Белгородском железорудном районе из-за глубокого залегания железных руд (450-800 м) промышленное значение имеют только богатые руды пяти месторождений: Яковлевского, Гостищевского, Большетроицкого, Висловского и Мелихово-Шебекинского. Общие запасы

богатых руд этих месторождений по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 5,91 млрд т и категории С<sub>2</sub> 21,97 млрд т.

Таблица 1

**Балансовые запасы и прогнозные ресурсы железных руд КМА**

Типы руд	Число разведанных месторождений	Среднее содержание Fe <sub>общ.</sub> , %	Запасы по категориям, млрд т		Прогнозные ресурсы, млрд. т
			А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>	
<b>Белгородская область</b>					
Железистые кварциты	14	34,48	18,05	5,07	47,85
Богатые железные руды		60,37	6,55	22,08	26,46
<b>Всего</b>		41,38	24,6	27,15	74,31
<b>Курская область</b>					
Железистые кварциты	3	39,23	8,54	5,14	28,24
Богатые железные руды		53,17	0,32	0,26	0,06
<b>Всего</b>		39,74	8,86	5,4	28,3
<b>Орловская область</b>					
Железистые кварциты	1	-	-	-	21,0
Богатые железные руды		58,6	0,12	0,02	-
<b>Всего</b>		0,12	0,12	0,02	21,0
<b>В целом по КМА</b>					
Железистые кварциты	18	36,01	26,6	10,21	97,09
Богатые железные руды		60,01	7,0	22,36	26,52
<b>Всего</b>		41,01	33,6	32,57	123,61

В Курской области железные руды сконцентрированы более чем в 30 месторождениях, залежах и рудопроявлениях и лишь 3 месторождения железных руд (Михайловское, Курбакинское и Дичнянско-Реутецкое) разведаны и учтены Государственным балансом. Наиболее крупным является Михайловское месторождение, которое обрабатывается открытым способом. Его балансовые запасы всех категорий составляют 13,6 млрд. т железистых кварцитов и около 300 млн. т богатых руд. Балансовые запасы Курбакинского месторождения – 92,1 млн. т богатых руд, Дичнянско-Реутского месторождения богатых руд – 193 млн. т. Мощность перекрывающей осадочной толщи на месторождениях Михайловского железорудного района составляет от 50 до 250 м.

В Орловской области запасы железных руд незначительны и в настоящее время они не разрабатываются.



#### **Глава 4. Геоэкологический анализ и оценка влияния освоения железорудных месторождений на окружающую природную среду и состояние здоровья населения горнопромышленных районов КМА**

На территории железорудной провинции КМА добыча железной руды в настоящее время осуществляется с применением трех основных способов (геотехнологий) отработки: открытым (карьерным), шахтным (подземным) и методом скважинной гидродобычи (СГД).

Открытый способ добычи железорудного сырья осуществляется в карьерах Лебединского, Стойленского (Белгородская область) и Михайловского (Курская область) ГОКов, шахтный способ – на шахте им. Губкина и Яковлевском руднике (Белгородская область). В настоящее время опытно-промышленная добыча богатой руды осуществляется на Больше-Троицком месторождении.

Практически при всех применяемых ныне геотехнологиях на железорудных месторождениях КМА, исключение составляет лишь метод СГД, добыча твердых полезных ископаемых всегда сопровождается отработкой и выдачей на поверхность Земли части вмещающих пород не несущих полезных компонентов. При этом на единицу извлекаемого из недр твердого полезного ископаемого, приходится от 1,1 до 6, 7 единиц пустой породы. Поступают эти породы в окружающую среду по двум каналам. Одна часть пород, получаемых при горно-геологических работах в карьерах и шахтах, складирована на поверхности земли в виде породных отвалов. Вторая часть извлекается вместе с полезным ископаемым, проходя через систему обогащения, складирована в тонкодисперсном состоянии в виде хвостохранилищ. В обоих случаях, главной экологической ценой за эту особенность применяемых геотехнологий является необходимость отторжения участков земной поверхности под их складирование, часто с плодородными почвами, выводя их сельскохозяйственного оборота.

Проведенный сравнительный анализ (балльная оценка) нарушений природной среды при различных видах добычи железных руд (табл.2) показал, что наибольшее воздействие на компоненты окружающей среды оказывает открытый способ разработки железорудных месторождений: практически все природные компоненты в пределах горного отвода подвержены изменениям. В пределах земельного отвода и на прилегающих территориях незатронутыми остаются только полезные ископаемые и массивы горных пород.

При подземной (шахтной) разработке в пределах горного отвода оказывается воздействие на массив горных пород, полезные ископаемые и водные ресурсы, в пределах земельного отвода на водные ресурсы и частично на массив горных пород; на прилегающих территориях на водные ресурсы.

Экологическая оценка последствий СГД на Шемраевском, Гостищевском и Большетроицком месторождениях как нового направления в геотехнологии в

сравнении с традиционными способами горных разработок (открытым и подземным) представляется наиболее благоприятной для окружающей природной среды, хозяйственной деятельности и здоровья человека.

Таблица 2

**Классификация нарушений природной среды при добыче железных руд КМА  
(оценка в баллах) по данным**

Компоненты природной среды	Нарушения природных компонентов	Системы разработки в пределах территории								
		Подземная гидравлическая (СГД)			Подземная (Шахтная)			Открытая		
		*	**	***	*	**	***	*	**	***
Массив горных пород	Карьерные выемки	-	-	-	-	-	-	9	8	1
	Авто-, ж/д и гидроотвалы, рудохранилища, трассы коммуникаций	-	1	-	-	-	-	2	8	1
	Подземные выработки	2	-	-	8	-	-	2	1	-
	Формирование нарушенных массивов	3	1	-	9	3	-	1	8	-
	Осушение (обводнение массивов)	1	-	-	6	4	2	9	5	1
	Развитие геодинамических и экзогенных процессов	1	-	-	5	3	1	9	6	1
Полезные ископаемые	Извлекаемые	5	-	-	7	-	-	9	-	-
	Неизвлекаемые	2	-	-	1	-	-	1,5	-	-
	Промышленные потери	1	-	-	3	-	-	0,5	-	-
	Сопутствующие	2	-	-	4	-	-	7	-	-
Поверхностные и подземные воды	Развитие депрессионной воронки, уменьшение запасов подземных вод	0.1	-	-	6	5	2	9	6	3
	Уменьшение дебита поверхностных вод, их загрязнение	0.1	-	-	2	1	-	2	1	-
	Загрязнение подземных вод	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-	9	8	0.1
Почвенный покров	Снятие почвенного покрова	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-	9	8	0.1
	Засорение вредными веществами	0.1	0.1	-	0-1	0.1	-	9	8	7
	Подтопление (осушение) почв	2	3	-	6	3	-	8	7	2
	Подлежащий рекультивации	0.1	0.1	-	1	1	-	9	8	3
Атмосферный воздух	Загрязнение пылью	0.1	0.12	-	1	0.1	-	7	5	3
	Загрязнение химическое	-	-	-	-	-	-	9	8	4
Ландшафтная система	Преобразование рельефа	0.1	-	-	2	-	-	6	6	1
	Растительный мир	-	-	-	1	1	-	9	8	1
	Животный мир	-	-	-	0.1	-	-	8	7	3

Примечание: \* – горный отвод; \*\* – земельный отвод; \*\*\* – прилегающие территории горного массива.

Воздействие СГД на воздушный бассейн, поверхность земли, почвенный покров, флору и фауну весьма незначительное и ограничивается только территорией горного отвода. На подземные воды влияние СГД – среднее, а на недра (добычное пространство) – сильное. В последнем случае это обусловлено неизбежными изменениями напряженно-деформационного состояния горного массива, гидрогеологической и газодинамической обстановки в нем. Поэтому создание системы постоянно действующего мониторинга состояния недр в местах СГД считаем необходимым, поскольку неконтролируемый, самопроизвольный процесс обрушения кровли может привести к катастрофической просадке вышележащих слоев горных пород, нарушению гидрогеологического режима подземных вод.

С экономической точки зрения СГД дешевле в 5-7 раз, чем шахтный, и в 2-3 раза, чем открытый способы. При небольших финансовых затратах этот способ добычи полезного ископаемого поддается полной автоматизации производственных процессов. Автоматизация и компьютеризация технологии СГД позволяет создавать практически безлюдные горнодобывающие производства.

Влияние горнодобывающего комплекса на рельеф и геодинамические процессы. Интенсивное развитие горнодобывающей промышленности в регионе КМА и расширение сферы их воздействия с каждым годом усиливает их влияние на состояние геологической среды. Это проявляется как в изменении геологического строения районов добычи железорудного сырья, так и в активизации различных геодинамических процессов, обусловленных техногенным воздействием на литосферу. Геодинамические процессы на интенсивно разрабатываемых железорудных месторождениях весьма разнообразны, среди них различают: геомеханические, геохимические и геобиохимические.

Геомеханические явления на железорудных месторождениях представлены наиболее широко. К ним относятся: сдвигание горных масс, обрушения, обвалы, осыпи, горные удары, оползни, сели, эрозия, дефляция, суффозия, прорывы пльвунов, крип и др.

Образование, характер и интенсивное проявление геомеханических явлений обусловлено тремя основными следствиями горных работ: перемещением горных масс, изменением местного базиса эрозии и разрушением горных массивов, минеральных агрегатов и индивидов с образованием дисперсных обломочных фракций с большой удельной поверхностью.

С перемещением горных масс связано изменение местного базиса эрозии и, как следствие этого, усиление энергии рельефа, от которой зависит скорость и направление геомеханических процессов как в пределах карьерно-отвального комплекса, так и на прилегающих к нему территориях.

Карьер представляет собой потенциальную дренажную емкость, бассейн аккумуляции не только для подземных и поверхностных вод, но и для грунтов, для гравитационных потоков обломочного материала и воздушных суспензий, образующихся в результате горных работ и транспорта.

Формирование карьерно-отвального комплекса сопровождается существенным изменением рельефа, а рельеф, как известно, в геосистеме осуществляет дифференциацию вещества и энергии. С ним связаны и климатические особенности, и ее почвы, и растительность. Рельеф оказывает большое влияние на формирование стока поверхностных и подземных вод. Для экологической оценки окружающей среды это обстоятельство имеет большое значение.

Распространение на относительно ограниченной территории горного отвода техногенного рельефа (отвалы и карьеры) обуславливает здесь широкое распространение активных неравновесных склонов. В техногенной геосистеме они выполняют две основные функции – поставляют обломочный материал и сортируют его по весу, размеру и форме обломков.

Однако в формировании и развитии неравновесных склонов карьеров и отвалов имеются и существенные различия. Если на обычном склоне перенос вещества обычно осуществляется поверхностными потоками, то на насыпных склонах существенную роль играет перераспределение вещества внутри отвала.

Таким образом, геодинамические процессы представляют собой естественную реакцию природной системы на техногенное воздействие и в некоторых случаях существенно влияют на результаты хозяйственной деятельности в горнодобывающих районах. Поэтому изучение геодинамических процессов на активно разрабатываемых железорудных месторождениях КМА имеет важное научное и практическое значение.

Влияние горнодобывающего комплекса на поверхностные и подземные воды. Наиболее сильно нарушен режим подземных вод в пределах Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района в результате работы дренажных систем Лебединского и Стойленского карьеров, шахты им. Губкина, а также в результате функционирования водозаборов подземных вод для водоснабжения городов Губкин и Старый Оскол, хвостохранилищ Лебединского и Стойленского ГОКов и Старооскольского водохранилища. В настоящее время в районе образовалась депрессионная воронка в альбеноманском водоносном горизонте (основной эксплуатационный горизонт района) площадью около 300 км<sup>2</sup>.

На территории Белгородского железорудного района нарушенный режим подземных вод формируется под воздействием работы дренажных систем Яковлевского рудника, а также крупных водозаборов города Белгород.

В Михайловском горнопромышленном районе подземные воды подкелловейского водоносного комплекса испытывают мощное техногенное воздействие. Многолетняя эксплуатация водоносного комплекса, связанная со значительной добычей на водозаборах г. Железногорска и интенсивным извлечением воды при дренаже и водоотливе на Михайловском железорудном месторождении, привели к необратимой сработке их запасов, истощению ресурсов. Вследствие этого на территории горнопромышленного района

также образовалась, и продолжают свое развитие депрессионная воронка значительных размеров.

Влияние горнодобывающего комплекса на почвенный покров. Помимо своей основной биосферной функции почвенный покров выполняет и роль регионального геохимического барьера для многих химических элементов и их соединений, в том числе и тяжелых металлов в форме органометаллических комплексов. В настоящее время эта функция почвенного покрова заметно усиливается на территориях, где преобразуются естественные ландшафты в техногенные ландшафты под влиянием горнодобывающего комплекса.

Известно, что в процессе открытой добычи железной руды 6-8 % газопылевых выбросов, содержащих железо и его спутники (Сг, Си, Со, Zn, Ni и т.д.), попадают на почвенно-растительный покров, и почва, являясь местом максимального накопления всех выбросов, выступает в роли мощного фильтра, который прочно фиксирует все тяжелые металлы и существенно ослабляет их попадание в надземную растительную массу и грунтовые воды. Исследуемые почвы в основном представлены черноземами типичными тяжелого и среднего гранулометрического состава, средней мощности и среднего содержания гумуса. Такое состояние почв и высокое значение рН обуславливают ее хорошую буферность и большую поглотительную способность. Вредные ингредиенты, в том числе и ТМ, попадая в почву, адсорбируются на коллоидных частицах, переходя в недоступные растениям формы. Соли ТМ хорошо адсорбируются и органическим веществом почвы. Все эти показатели в конечном итоге представляют собой барьер на пути накопления подвижных форм ТМ в почвах. Поэтому и содержание подвижных форм ТМ большинства элементов в черноземах невысокое.

В хвостохранилищах находятся миллионы тонн отходов, где содержание железа невелико и колеблется в пределах от 0,5 до 5-10 %, и современная наука не располагает методикой его извлечения. Однако эти хвосты представляют собой опасность загрязнения окружающей среды. Многочисленные исследования свидетельствуют, что в почвах и водоемах, опоясывающих хвосты, содержание Zn, Cu, Mn, Cr, Mg и Fe выше, чем в зональных почвах и водах, в 1,5-3 раза. Результаты наших исследований и анализ банка данных НИИКМА показывают, что вокруг промышленной площадки Лебединского ГОКа, на удалении 150 и 300 м, ежегодно оседает соответственно 607 и 469 кг пыли на 1 га земли; в 150 м от карьера оседает около 1 т пыли, а на расстоянии 1, 2, 3, 4 км – соответственно 401, 226, 97 и 47 кг/га. В таких условиях формируются техногенные аномалии, где содержание валовых форм Fe, Cu, Zn в почвах выше зональных в 2-3 раза. Ареал рассеяния Fe прослеживается на расстоянии до 7-15 км и занимает площадь более 100 км<sup>2</sup>.

Влияние горнодобывающего комплекса на растительный и животный мир. По результатам полевых исследований (Присный, Колчанов, Петин и др., 2006, 2008) установлено, что на сохранившихся участках природной растительности смежных с промышленными зонами территориях сохранилась

естественная лугово-степная растительность. Здесь отмечено около 220 видов сосудистых растений, хотя степень дигрессии здесь очень высокая и преобладают сообщества сорной растительности. На лесных и лугово-степных и водно-болотных участках, представленных в районе хвостохранилища Стойленского ГОКа, отмечено около 100 видов растений. Здесь степень дигрессии растительного покрова средняя, хотя доля сорных видов в составе флоры относительно высокая.

Важно подчеркнуть, что обеднение флористического состава заповедника "Ямская степь", выбранного в качестве эталона для сравнения, не наблюдается. Здесь в составе флоры отмечено 454 вида, в том числе много редких, включенных в Красные книги России и Белгородской области. Увлажнение отдельных участков заповедника (балка Сура), вызываемое созданием вне его границ водоема, определяет локальные проявления процессов мезофитизации растительности на дне балки на площади около 1 га: увеличение числа влаголюбивых видов, например, костреца безостого, и развития группировок сорной растительности.

Фауна рассматриваемой территории промышленной площадки включает в основном виды с широкой экологической амплитудой, связанные с искусственными насаждениями и характерные для поселений. Численность беспозвоночных в целом не велика, но отдельные виды могут давать не контролируемые вспышки массового размножения (тополевая черешковая тля, вязовая тля и др.). Часть видов, отмеченных на территории промплощадки, относится к ксеротермическим формам, характерным для зональных условий настоящих степей.

Ядро зоокомплекса рекультивированных отвалов образовано устойчивым набором политопных и мезоксерофильных видов беспозвоночных животных, характерных для обедненного варианта суходольных лугов и молодых лесопосадок. В целом плотность популяций отмеченных видов низкая, что характерно для молодых сообществ со слабо развитыми почвами, а также для сосняков и березовых насаждений. Фауна позвоночных животных еще не сложилась и представлена преимущественно переселенцами с соседних территорий, использующими отвалы как кормовые угодья.

На берегах гидроотвалов создаются благоприятные условия для развития и размножения ряда сорных и адвентивных видов животных, характерных для севера степной зоны, а также видов потенциально опасных для культурных растений – клопы, щитники, долгоносики, перелетная саранча, итальянский прус. Часть обнаруженных здесь видов позвоночных и беспозвоночных животных относится к околотоводно-прибрежному комплексу. В отличие от отвалов вскрышных пород и рекультивированных отвалов на прибрежных участках действующих гидроотвалов формируется сложная структура зоокомплекса, включающая и постоянное население позвоночных животных (птиц, мышевидных грызунов).

Леса и луга вне границ промышленной зоны и населенных пунктов используются в качестве сенокосных угодий, пастбищ и в рекреационных целях (балки и речные долины). Как и в лесах пригородной группы, здесь присутствует ряд собственно лесных групп беспозвоночных и позвоночных животных. В то же время их видовой состав обеднен, не достигая и 50% характерного для мало нарушенных дубрав Белгородской области.

Расположенный в непосредственной близости к гидроотвалу Лебединского ГОКа участок заповедника «Белогорье» – «Ямская степь» может, в определенной мере, служить эталоном зонального типа животного населения. Здесь представлены характерные лугово-степные и степные виды, быстро исчезающие при хозяйственном вторжении в целинные сообщества. Общий уровень разнообразия животных здесь соизмерим (выше в 1.2 раза) с уровнем разнообразия на сопоставимой по площади "контрольной" территории.

Около 10% территории Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района лежит в границах земельного отвода крупных промышленных предприятий и представляет собой почти полностью преобразованный ландшафт. Здесь наблюдается явное обеднение фауны и ядро зоокомплекса образовано "сорными", включая адвентивные, и термофильными видами. Численность таких, как правило, доминирующих в сообществах видов зачастую выше, чем численность этих же видов в слабо преобразованных элементах ландшафта. Субдоминанты по численности – это в основном широко распространенные мезоксерофильные формы, обычные в биоценозах Белгородской области. Позвоночные животные, кроме синантропных видов птиц, здесь малочисленны и приурочены к рекультивированным отвалам и останцам естественных балок. Около половины площади этой зоны малопригодны для существования устойчивых сообществ животных.

Некоторое увеличение разнообразия животных и плотности их населения наблюдается за пределами промышленных зон предприятий и населенных пунктов в полосе до 10 км. Здесь во всех типах сообществ, кроме сельхозугодий на пашне, хорошо выражены зональные (лесостепные) структурные элементы, хотя видовое разнообразие зоокомплексов снижено в 1.5-2 раза. Особняком стоят расположенные в этой же полосе заповедные участки "Ямская степь" и "Лысые горы", где при абсолютном снижении уровня биоразнообразия, отмечаемом на протяжении последних 20 лет, относительный уровень остается значительно более высоким, чем в других неохранных угодьях.

Таким образом, состояние экосистем в горнопромышленных районах характеризуется как напряженное:

1) сверхнормативные уровни загрязнения окружающей среды по ряду параметров и показателей выходят за пределы установленных санитарно-защитных зон;

2) констатируется неудовлетворительное состояние биоты и экосистем на территории земельного отвода горнопромышленных предприятий;

3) отмечаются негативные тенденции изменения биоты, выявляемые за пределами санитарно-защитной зоны предприятия, включая участки особо охраняемых природных территорий, что обусловлено воздействием комплекса горнопромышленных и промышленных предприятий, значительной сели-тебной нагрузкой, интенсивным ведением сельского хозяйства.

Влияние горнодобывающего комплекса на ландшафты. Техногенез в горнопромышленных районах КМА как фактор преобразования природных систем (в том числе геологической среды) в настоящее время приобрел не только локальное, но и региональное значение. В результате в горнопромышленных районах формируются новые по своему генезису, структуре и функционированию техногенные ландшафты. Техногенные ландшафты в своем развитии проходят две основные фазы – техногенного формирования и посттехногенного развития. В техногенную фазу формируется своеобразная каркасная (литогенная) основа: рельеф и его основные характеристики, горные породы с их вещественным составом и свойствами. В посттехногенную фазу развития ландшафта литогенная основа постепенно преобразуется посредством естественных ландшафтообразующих факторов. И как следствие этого, техногенный ландшафт постепенно трансформируется в природно-техногенный ландшафт.

Быстрое нарастание площадей техногенных ландшафтов в рассматриваемом регионе делает приоритетной задачу их типизации и классификации с позиций теории ландшафтоведения и геохимии окружающей среды.

Известно несколько подходов к классификации техногенных геохимических ландшафтов (Алексеев, 2000; Перельман, Касимов, 1999; Глазовская, 2007 и др.). В качестве базовых критериев мы выбрали представления А.И. Перельмана (1989) о видах миграции химических элементов в зависимости от форм движения материи, а также деление ландшафтов по условиям миграции химических элементов, предложенное М.А. Глазовской (2007).

В понимании указанных авторов, основанном на развитии представлений Б.Б. Польшова, центрами природных геохимических ландшафтов являются почвы и растительность водоразделов, являющиеся автономными по отношению к биогенным и биокосным компонентам пониженных элементов рельефа, так как первые не получают от них химические элементы с жидким или твердым стоком. От центра к периферии природных геохимических ландшафтов происходит закономерная смена сочетаний форм движения материи, управляющих миграцией химических элементов – от господства биологической к господству более примитивных химической и физической форм движения материи. Главными факторами, определяющими основные направления естественных ландшафтно-геохимических процессов, являются вода и живое вещество. Первый фактор формирует атмосферно-геохимический круговорот ве-



ществ (АГХК), а второй фактор – биологический круговорот веществ (БИК) (Глазовская, 2007). При этом источником энергии служит солнечная радиация.

При рассмотрении карьерно-отвального комплекса как рукотворного геохимического ландшафта обнаруживается ряд несоответствий его строения и функционирования по сравнению с природным геохимическим ландшафтом (рис. 3 а, б). Геохимическим центром карьерно-отвального ландшафта выступает днище карьера – самый пониженный элемент рельефа. Из него производится вынос вещества в виде вывозимой с породой руды и поступающих при взрывах в атмосферу аэрозолей. Встречные потоки, обусловленные поверхностным и подземным стоками, не компенсируют отчуждение веществ, поэтому карьер в процессе эксплуатации углубляется и расширяется. Пространственная смена комбинаций форм движения материи в карьерно-отвальном ландшафте противоположна таковой в естественном ландшафте – от центра к периферии ослабляется значение физической и химической форм движения материи и усиливается значение биологической формы движения, которая присутствует лишь на зарастающих растительностью поверхностях отвалов (рис. 4). Главным фактором, определяющим основные направления техногенных ландшафтно-геохимических процессов, является техника (носитель миграционных потоков), а вспомогательными факторами – вода и живое вещество, представленное формирующимися на отвалах и хвостохранилищах молодыми биогеоценозами.

Таким образом, карьерно-отвальный ландшафт характеризуется сочетанием двух комплексов ландшафтно-геохимических процессов: техногенного, с ведущей ролью антропогенной миграции химических элементов (вывоз веществ из карьера) и природно-техногенного с ведущей ролью естественной миграции элементов, обусловленной гравитационным перераспределением веществ и их биологическим круговоротом. В карьерно-отвальном ландшафте направления техногенной и природной миграции химических элементов противоположны. Их взаимодействие образует три цикла миграции вещества: атмогидрохимический (поступление аэрозолей при взрывах в атмосферу – осаждение аэрозолей и водно-растворимых соединений на поверхность отвалов и склонов карьера – миграция с поверхностным и подземным стоком в днище карьера); литогидрохимический (вывоз пустой породы с формированием отвалов – водная миграция веществ с поверхности отвалов в днище карьера); литохимический (вывоз вскрышной породы из карьера и ее складирование в отвалах, вывоз руды на горнообогатительный комбинат – отделение железа от породы – вывоз пустой породы из горнообогатительного комбината и ее складирование в хвостохранилище). Первые два цикла миграции замкнуты и образуют два круговорота – атмогидрохимический и литогидрохимический (рис. 3 б). Третий цикл незамкнут (рис. 3 в); он модифицирует во времени размеры и конфигурацию карьера, а также прилегающих к нему отвалов и хвостохранилищ. Главным источником миграции веществ в карьерно-отвальном геохимическом ландшафте является энергия горнодобывающей

техники, транспорта, вывозящего породу и руду, а также энергия искусственных взрывов – т.е. техногенная энергия.

Рассматриваемый карьерно-отвальный геохимический ландшафт можно представить как техногенную ландшафтно-геохимическую систему наиболее высокого пространственного уровня (ТЛГС-1 или техногенную ландшафтно-геохимическую арену), состоящую из меньших по размеру и вложенных в нее техногенных ландшафтно-геохимических систем (ТЛГС-2, ТЛГС-3, ТЛГС-4) (рис. 4). Так, по различиям в геологическом строении и рельефе можно выделить три пространственно сопряженные и радиально расположенные по отношению друг к другу техногенные ландшафтно-геохимические системы (ТЛГС-2): а) периферийные зарастающие грядово-холмистые, грядово-увалистые и волнистые поверхности с примитивными почвами или без них на участке платформы с трехъярусным строением: кристаллическим фундаментом, естественным осадочным чехлом и техногенным осадочным чехлом (состоящим из пород отвалов и хвостохранилищ); б) переходные абиогенные склоновые и террасированные поверхности карьеров без почв на участке платформы с удаленной частью естественного осадочного чехла; в) центральные абиогенные поверхности днищ карьеров без почв с полностью удаленным осадочным чехлом и частично удаленным платформенным фундаментом.

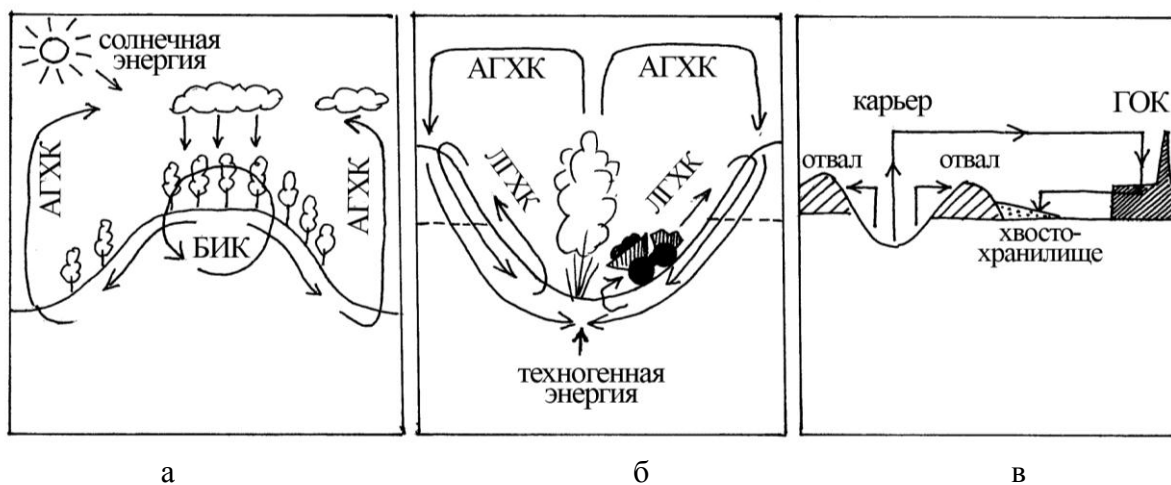


Рис. 3. Циклы и направления миграции веществ в природном (а) и карьерно-отвальном (б, в) геохимических ландшафтах. Обозначения: БИК – биологический круговорот, АГХК – атмогеохимический круговорот, ЛГХК – литогеохимический круговорот. На схеме в) показан незамкнутый литохимический цикл миграции вещества в карьерно-отвальном ландшафте

Каждая из указанных систем характеризуется неровностями рельефа и литологической комплексностью (термин А.И. Перельмана), что определяет существование в их пределах техногенных ландшафтно-геохимических систем меньшего размера – техногенных ландшафтно-геохимических катен (ТЛГС-3). Каждая катена, в свою очередь, состоит из элементарных техногенных геохимических ландшафтов – ТЛГС-4 (рис.4).

Выявлено своеобразие формирования карьерно-отвальных ландшафтов как техногенных ландшафтно-геохимических систем. По отношению к природным ландшафтам они характеризуются противоположностью: а) геоморфологического расположения центров, управляющих данными системами, б) направлений миграционных потоков вещества, в) пространственных смен форм движения материи.

Предложено разделение карьерно-отвальных ландшафтов на четыре категории пространственно-сопряженных техногенных ландшафтно-геохимических систем – от ландшафтно-геохимической арены (карьера с отвалами и хвостохранилищами) до элементарного техногенного геохимического ландшафта.

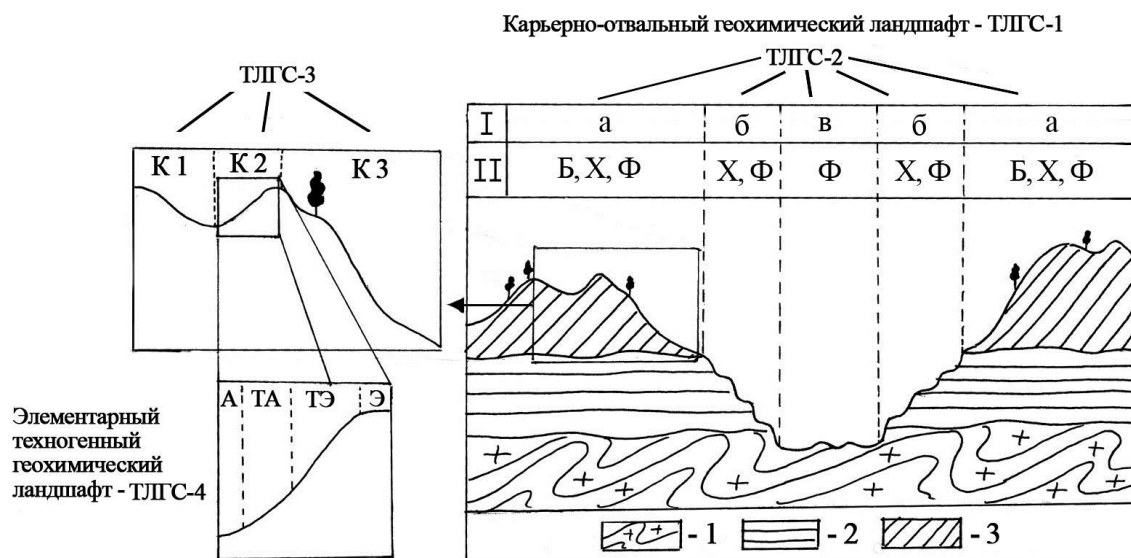


Рис.4. Пространственные уровни техногенных ландшафтно-геохимических систем в карьерно-отвальном ландшафте. Обозначения: 1- платформенный фундамент, 2 – естественный осадочный чехол, 3 – техногенный осадочный чехол, I – индексы техногенных ландшафтно-геохимических систем второго уровня – а, б, в (пояснения в тексте); II – формы движения материи, управляющие вещественно-энергетическими потоками (Б – биологическая, Х – химическая, Ф – физическая); К1, К2, К3 – ландшафтно-геохимические катены; Элементарные техногенные геохимические ландшафты – А – аккумулятивный, ТА – трансаккумулятивный, ТЭ – трансэлювиальный, Э – элювиальный

Таким образом, горное производство по характеру своего воздействия на компоненты окружающей природной среды является одним из наиболее масштабных и долговременных. Среди методов изучения техногенной трансформации компонентов окружающей среды большое значение имеют ретроспективные исследования, основанные на использовании разновременных материалов дистанционного зондирования поверхности Земли (МДЗ). Они направлены на выявление тенденций и закономерностей изменения во времени геологической среды и техногенной трансформации геосистем.

Выполненный ретроспективный анализ разновременных материалов дистанционного зондирования земной поверхности Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района (Петин, 2006) показал, что:

- наиболее ярко на МДЗ фиксируются изменения площадей инфраструктуры горнодобывающего комплекса, перемещенных геологических отложений, рельефа и других техногенных объектов;

- на космических снимках отчетливо выявляются изменения гидрологических и гидрогеологических условий регионального и локального уровней, характер и границы этих изменений и их тенденции;

- космические снимки позволяют получить количественную и качественную информацию о развитии экзогенных геологических процессов, как в зоне горного отвода, так и на прилегающих к нему территориях;

- МДЗ позволяют выделить площади загрязнения окружающей природной среды от объектов горнодобывающего комплекса и других техногенных объектов по пылевому загрязнению снегового покрова, дымовым шлейфам, характеру растительного покрова и т.д.

Влияние горнодобывающего комплекса на состояние здоровья населения горнопромышленных районов КМА. Формирование отрицательной динамики состояния здоровья работников горнодобывающего комплекса и населения горнопромышленных районов КМА в значительной степени обусловлено негативным влиянием комплекса антропогенных факторов среды обитания. В месте с тем, здоровье населения горнопромышленных районов не может рассматриваться без учета природообусловленных аномальных отклонений среды, которое имеет место в регионе КМА.

В Курской магнитной аномалии напряженность геомагнитного поля Земли достигает 2 эрстеда при фоновом значении 0,45 эрстеда, что почти в 4 раза выше, чем в соседних областях Украины и России. Издавна Курскую магнитную аномалию считали удивительным природным явлением, где на относительно небольшой площади поверхности Земли (160 тыс. км<sup>2</sup>) отмечаются локальные участки со значительными колебаниями напряженности геомагнитного поля Земли. Ее изучали в основном с целью выявления запасов железорудного сырья и почти никогда не задумывались о влиянии повышенного геомагнитного поля на состояние здоровья человека.

Первые публикации по изучению влияния Курской магнитной аномалии на здоровья населения этого региона появились лишь в конце 60-х годов прошлого столетия. Только в начале 70-х годов была опубликована первая обобщающая научная работа по изучению влияния аномального геомагнитного поля Земли, принадлежащая А.П. Дуброву (1974). В ней автором были проанализированы обширные и разносторонние данные о действии магнитного поля Земли на живые организмы и, в частности, особое внимание им было уделено влиянию аномального геомагнитного поля КМА на состояние здоровья здоровых и больных людей. В указанных публикациях отмечается, что заболеваемость населения гипертонией, ревматизмом и нервно-психическими болезнями на 120-160 % выше, чем в районах, не подверженных воздействию геомагнитного поля КМА.

Планомерные исследования по влиянию аномального геомагнитного поля повышенной напряженности в регионе КМА на состояние здоровья человека, состояние живых систем и отдельных микроорганизмов проводятся в Курском медицинском университете на протяжении последних двадцати пяти лет. На основании эпидемиологического анализа указанными выше исследователями было установлено, что на территории КМА (г. Железногорск) суммарная заболеваемость кишечными инфекциями выше в 2,66 раза (в частности, дизентерией – 1,5 раза, сальмонеллезом – 2,89 раза), чем в других районах Курской и Белгородской областей, расположенных вне зоны влияния напряженного геомагнитного поля.

Есть основание считать, что повышенная заболеваемость среди населения, проживающего в зоне влияния аномального геомагнитного поля другими нозологическими формами неинфекционной природы (гипертоническая болезнь, ревматизм, онкологические, нервно-психические болезни и т.д.) связана с влиянием аномального магнитного поля, что подтверждается исследованиями многих авторов (Дардымов, 1966; Травкин, Колесников, 1969; Дубров, 1974; Борченко, Малоземов, 1973; Павловский, 1973 и др.).

В ряде публикаций высказывается мнение, что живые организмы в большей степени реагируют именно на изменения (колебания) геомагнитного поля, чем на его абсолютную величину.

Таким образом, аномальное геомагнитное поле можно рассматривать как важный фактор, участвующий в формировании санитарно-эпидемиологического благополучия населения региона КМА.

Загрязнение окружающей среды приводит к ухудшению санитарно-гигиенических условий, комфортности проживания, и как следствие этого, негативно отражается на состоянии здоровья людей, работающих на горно-рудных предприятиях и проживающих вблизи них. Основу техногенных выбросов в горнопромышленных районах КМА составляют железосиликатная пыль, сернистый ангидрид, окись углерода и окислы азота. Такие вещества, выброшенные в атмосферу, вызывают при длительном дыхании различные заболевания у человека, в том числе гиперплазию, а затем и атрофию слизистой оболочки верхних дыхательных путей, стоматиты, воспаления десен, поражение зубов. Аэрозоли железа и его оксиды при длительном воздействии, откладываются в легких и вызывают (разновидность пневмокониоза), бронхиты, начальную стадию эмфиземы, сухой плеврит. Среди рабочих железорудных предприятий со стажем более 10 лет сидероз выявлен в 33% случаев. Не менее опасна для состояния здоровья пыль кремнезема. Негативное воздействие ее на организм человека проявляется в том, что трудно растворимые в физиологических жидкостях частицы пыли осаждаются в дыхательных путях и являются причиной заболевания бронхита и силикоза. Последнее заболевание – это прогрессирующий фиброз легочной ткани (пылевой пневмосклероз).

Исследования, проведенные в горнодобывающих районах КМА (Тулакин и В.И. Евдокимов, 2002), свидетельствуют о высоком уровне суммарного

санитарно-эпидемиологического неблагополучия. Это неблагополучие на 77-92% связано с воздействием антропогенных факторов, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха, нарушением природных ландшафтов, повышенным радиационным фоном и т.д. В местах же добычи железной руды (г.г. Старый Оскол, Губкин, Яковлево и др.), где наблюдаются аномальные участки с напряженным геомагнитным полем (до 2 эрстед), значительный вклад (до 23%) в формировании суммарного эколого-гигиенического неблагополучия принадлежит геомагнитному полю.

Геоэкологическое районирование территории КМА. Комплексный анализ оценочных критериев основных природных характеристик и имеющаяся экогеологическая информация позволили в пределах железорудной провинции КМА провести ранжирование территории и выделить четыре геоэкологических ареала с разной степенью напряженности экологической ситуации.

Геоэкологическая ситуация состояния – особое свойство геосистемы геологической среды, возникающее в результате техногенных изменений природных характеристик территории, характеризующихся специфическим набором геоэкологических проблем, неблагоприятных (в различной степени) для жизни человека и хозяйственной деятельности. Выделенные ареалы различной степени остроты геоэкологических ситуаций территориально совпадают с границами ныне разрабатываемых железорудных месторождений и горнопромышленных районов КМА (рис. 5).

**Первый, наиболее крупный ареал со сложной геоэкологической ситуацией** (около 900 км<sup>2</sup>) расположен в северо-восточной части Белгородской области, охватывая городскую территорию городов Губкина и Старого Оскола, а также территорию между ними, и приурочен к зоне влияния Старооскольско-Губкинского горнопромышленного комплекса. По количеству объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, этот участок является наиболее насыщенным в области, модуль техногенной нагрузки превышает 1000.

Здесь, кроме урбанизированных территорий (г.г. Губкин и Старый Оскол), расположены два крупных железорудных карьера (Лебединский и Стойленский) с глубинами более 300 м, многочисленные отвалы высотой от 60 до 100 м, хвостохранилища, занимающие площадь несколько десятков квадратных километров, Стойленский и Лебединский ГОКи, шахта им. Губкина, Оскольский электрометаллургический комбинат (ОЭМК), ТЭЦ, цементный завод и многие другие мелкие предприятия.

Для данного ареала наиболее важными экологическими проблемами являются: загрязнение атмосферного воздуха, поликомпонентное загрязнение поверхностных и подземных вод и донных илов, химическое загрязнение почв, а также комплексное нарушение земель, вызванное открытой добычей железорудного сырья и складированием в отвалы вскрышных пород. Все это приводит к развитию на них геодинамических процессов, утрате продуктивности биоценозов, к деградации и истощению эколого-ресурсного потенциала.

Весьма важной геоэкологической проблемой для этого горнопромышленного района является проблема использования отработанных подземных пустот шахтой им. Губкина, объем которых в настоящее время составляет 40 млн м<sup>3</sup>, а при завершении отработки промышленных запасов железных руд он может превысить 60 млн м<sup>3</sup>.

И как следствие этого, в пределах Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района выделяются участки территории с различной степенью экологической напряженности (рис. 5): катастрофической, критической, кризисной, напряженной и относительно удовлетворительной.

**Второй ареал со сложной геоэкологической ситуацией** геологической среды приурочен к Михайловскому горнопромышленному району. Он занимает площадь около 500 км<sup>2</sup>, в пределах которого разрабатывается с конца 50-х годов Михайловское железорудное месторождение. На базе этого месторождения действует крупнейший в России Михайловский ГОК, который является предприятием по добыче и переработке богатых руд, железистых кварцитов, стройматериалов, производству аглоруды, железорудных офлюсованных окатышей и концентратов.

На Михайловском железорудном месторождении руда добывается открытым способом. Переработкой и производством продукции железной руды занимается ОАО «Михайловский ГОК». В состав данного предприятия входят следующие основные объекты: карьер, дробильно-сортировочная фабрика по переработке богатых руд, дробильно-обоганительный комплекс и фабрика окомкования по переработке железистых кварцитов, отвалы, хвостохранилище, объекты железнодорожного и автомобильного транспорта, объекты ремонтного назначения, объекты обслуживающего и вспомогательного назначения, теплосиловое хозяйство. Здесь горнодобывающие и сопутствующие ему предприятия являются источниками значительного преобразования компонентов природной среды. Это проявляется в деградации почвенного и растительного покрова, загрязнении и истощении подземных водоносных горизонтов, перестройке рельефа, уничтожении малых рек и т.п.

Важной экологической проблемой в пределах данного геоэкологического ареала является дефицит питьевой воды. Значительная депрессионная воронка, сформировавшаяся в результате дренажных работ, привела к сработке основных водоносных горизонтов. И, как следствие этого, прекратили действовать водозабор «Речица» и ряд водозаборных скважин в колхозах Железногорского района.

Уменьшилась величина подземного питания поверхностных водотоков. Сброс рудничных вод в речную сеть привел к существенному загрязнению поверхностных вод нефтепродуктами, соединениями железа, азота и взвешенными веществами.

Формирование внешних отвалов, занимающих большие площади, привело к подъему уровня грунтовых вод и появлению на окружающей местно

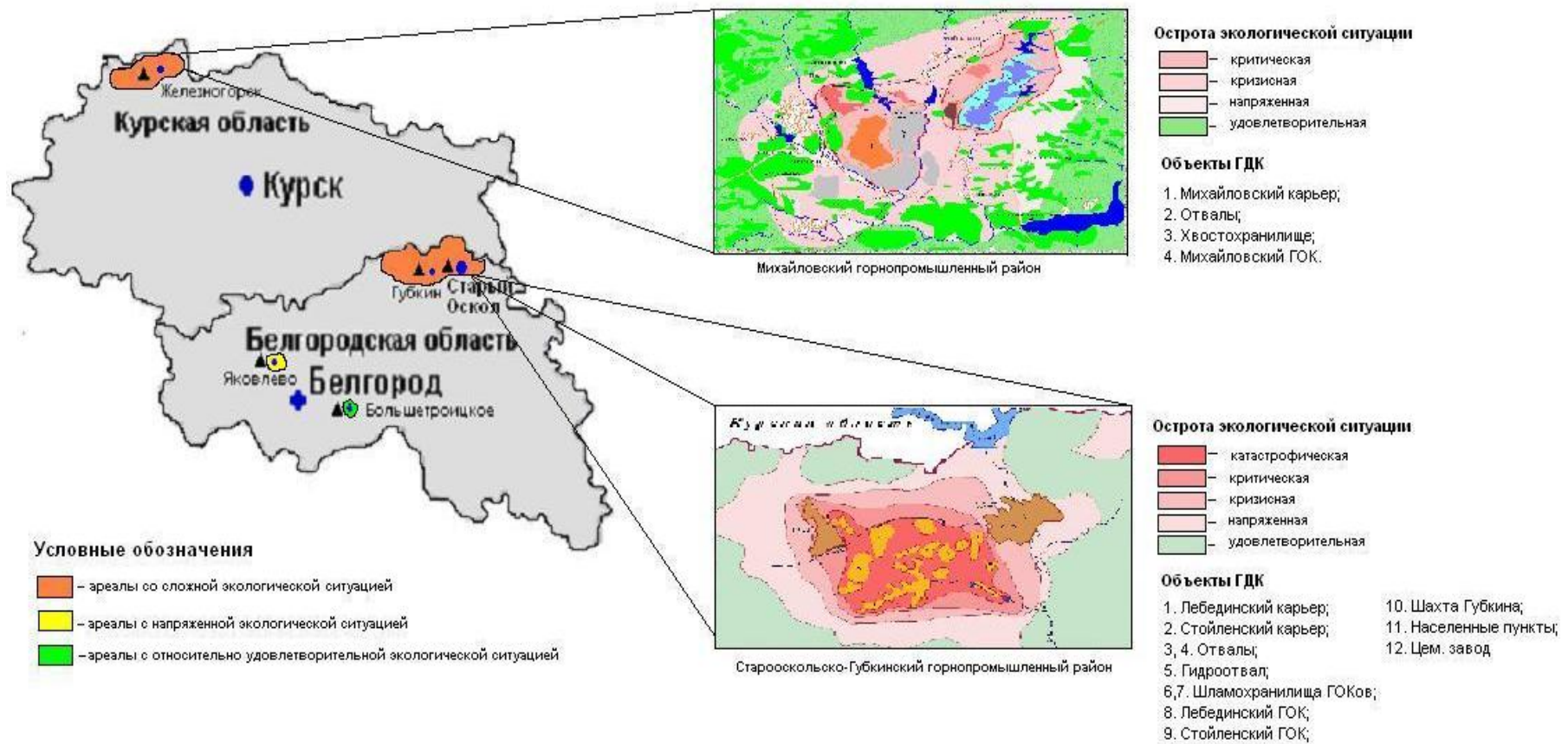


Рис. 5. Картограмма ареалов экологических ситуаций в горнопромышленных районах КМА:  
 а) Михайловском, б) Старооскольско-Губкинском



сти контурного кольца озер и болот, а также к значительной активизации геодинамических процессов – эрозии, оползням, карстово-суффозионных процессов и т.д.

Основным загрязнителем воздушной среды района является металлургическая промышленность, включающая в себя предприятия Михайловского горно-обогатительного комбината. Количество вредных ингредиентов, выбрасываемых этими предприятиями, превышает три десятка, из которых наибольшее количество приходится на двуокись азота, сернистый ангидрид, взвешенные твердые вещества, сажу, летучие низкомолекулярные углеороды, окись углерода, пятиокись ванадия, толуол.

Здесь также выделяются участки территории с различной степенью экологической напряженности (рис. 5): критической, кризисной, напряженной и относительно удовлетворительной.

**Третий ареал с напряженной геоэкологической ситуацией** приурочен к Яковлевскому железорудному месторождению, где добыча богатой железной руды осуществляется шахтным способом в сложных гидрогеологических условиях. Яковлевское месторождение – одно из крупнейших железорудных месторождений бассейна КМА. Богатые железные руды залегают на глубине от 460 до 630 м. Сложность освоения заключается в наличии нескольких водоносных горизонтов и комплексов, обводняющих рудную залежь. Главные геоэкологические проблемы в зоне влияния Яковлевского рудника – это нарушение естественного режима подземных и поверхностных вод и их загрязнение. Осушение рудной залежи уже сейчас привело к снижению уровня воды в них и образованию обширной депрессионной воронки с радиусом влияния от 50 до 75 км. Шахтные воды сбрасываются в пруд-отстойник, вода из которого через водовыпуск поступает в нижележащие пруды, а затем в р. Ворскла. Сбрасываемые шахтные воды рудника хлоридно-натриевого состава с минерализацией от 3,3 до 3,9 г/л, со слабо щелочной средой, повышенной жесткостью (8,0 – 9,3 мг-экв/л), высоким содержанием железа общего (до 2,4 г/л), хлоридов (до 1790 мг/л), натрия (до 1085 мг/л), меди (до 0,09 мг/л), свинца (до 0,015 мг/л), фтора (до 5,4-9,5 мг/л), бора (до 3,3 мг/л), никеля (до 0,03 мг/л), кобальта (до 9,022 мг/л), стронция (до 0,6 мг/л) и взвешенных веществ (до 70 мг/л), превышают нормативы для водоемов рыбохозяйственного назначения в 6-90 раз. Загрязнение воды р. Ворсклы такими компонентами как фтор, хлориды, натрий прослеживается на десятки километров вниз по течению.

Преимущественно локальный характер воздействия на объекты животного и растительного мира позволяет наметить мероприятия по компенсации негативных воздействий, степень адекватности которых может быть определена только в процессе многолетнего биомониторинга.

**Четвертый ареал с относительно удовлетворительной геоэкологической ситуацией** приурочен к Гостищевскому месторождению богатых железных руд Белгородского железорудного района, где извлечение железной руды осуществляется методом скважинной гидродобычи (СГД). Воздействие

СГД на воздушный бассейн, поверхность земли, почвенный покров, флору и фауну весьма незначительное и ограничивается только территорией горного отвода, общей площадью в несколько гектаров. На подземные воды влияние СГД – среднее, а на недра (добычное пространство) – сильное. В последнем случае это обусловлено неизбежными изменениями напряженно-деформационного состояния горного массива, а также гидрогеологической газодинамической обстановкой в нем. В связи с этим в процессе скважинной гидродобычи необходим постоянно действующий мониторинг состояния недр различными методами наблюдений, особенно за зоной развития добычного пространства, поскольку неконтролируемый, самопроизвольный процесс обрушения кровли может привести к катастрофической просадке и обрушению вышележащих слоев горных пород, нарушению гидрогеологического режима подземных вод.

Таким образом, проведенная комплексная геоэкологическая оценка показала, что при освоении и эксплуатации железорудных месторождений КМА происходит нарушение природных систем и активизация деструктивных природных и техногенных процессов, характер и интенсивность которых зависит применяемых способов добычи железорудного сырья: карьерного, шахтного и скважинной гидродобычи.

## **Глава 5. Методологические, информационные и технологические пути обеспечения экологической безопасности и рационального освоения недр**

Одним из главных требований, реализуемых в отечественном недропользовании, является обеспечение рационального использования недр и содержащихся в них минеральных ресурсов. Под рациональным использованием недр большинство исследователей понимают систему мероприятий научного, производственно-технического и организационного характера, обеспечивающих полное и комплексное использование ресурсов недр для удовлетворения материальных и духовных потребностей общества.

Усиливающаяся хозяйственная деятельность на активно разрабатываемых железорудных месторождениях КМА оказывает негативное влияние на окружающую среду, вызывая ее загрязнение и деградацию. Поэтому дальнейшее хозяйственное освоение минерально-сырьевых ресурсов рассматриваемого региона необходимо осуществлять с учетом всех экологических проблем и причин их вызывающих. Это невозможно сделать только «устранением экологических угроз», т.е. закрыть, переместить, перепрофилировать многие экологически небезопасные производства. Основой развития экологической безопасности региона должна выступать такая траектория развития экономики, которая максимально соответствовала бы природно-хозяйственным и экологическим условиям. Для этого требуется создание в регионе эффективного эколого-экономического механизма, отвечающего требованиям оптимального использования природных ресурсов и одновременно – природоохранным требо-

ваниям, направленным на снижение или стабилизацию экологических рисков, обусловленных вероятностью появления сверхнормативных воздействий и нагрузок на природные системы.

В условиях существующего экологического риска и негативных последствий освоения минерально-сырьевых ресурсов КМА проблема рационального недропользования приобретает особую актуальность. Для решения этой проблемы необходима координация усилий исполнительной, законодательной и природоохранной власти, а также всех заинтересованных организаций и специалистов, занимающихся вопросами экологии, охраны окружающей среды, природопользования, разработкой мероприятий экономического и социального развития региона, промышленной безопасности, гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций. Основные направления по рационализации недропользования в железорудной провинции КМА отражены в предложенной ниже схеме (рис 6).

Важнейшим направлением рационального недропользования в железорудной провинции КМА, обеспечения экологической безопасности в регионе и принятия эффективных управленческих решений является создание системы постоянно действующего комплексного геоэкологического мониторинга природно-технических систем.

Комплексный геоэкологический мониторинг рассматривается как инструмент реализации механизмов обеспечения геоэкологической безопасности освоения железорудных месторождений КМА.

Мониторинг месторождений твердых полезных ископаемых (ММТПИ) является подсистемой Государственный мониторинга состояния недр или геологической среды (ГМСН). Система ГМСН служит для информационного обеспечения управления государственным фондом недр. Функционально она представляет собой систему регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки и анализа информации, оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием естественных природных факторов, недропользования и антропогенной деятельности горнопромышленных районов. В свою очередь, ГМСН является подсистемой Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ). Государственный мониторинг состояния недр осуществляется на федеральном, региональном, территориальном и локальном (объектном) уровнях.

В соответствии с нашими разработками (Петин, Яницкий, 2007) комплексный геоэкологический мониторинг природно-технических систем горнодобывающего комплекса КМА базируется на детальном анализе критериев техногенеза и современных информационных технологий, позволяющих в условиях возрастающих темпов освоения железорудных месторождений рассматриваемого региона минимизировать негативные последствия воздействия на окружающую природную среду.

Региональную систему геоэкологического мониторинга можно укрупненно представить в виде совокупности отдельных взаимосвязанных подсистем, отображенных на рис. 7.



Рис. 6. Схема рационального недропользования в железорудной провинции КМА

Ядром системы геоэкологического мониторинга, обеспечивающим согласованное функционирование указанных в схеме подсистем, является автоматизированная информационная система и база данных, получаемая с наблюдательной сети локального и регионального уровней.



Рис. 7. Структурная схема комплексного геоэкологического мониторинга природно-технических систем горнопромышленных районов КМА

При создании системы геоэкологического мониторинга горнопромышленного региона помимо сети наземных, подземных, аэрологических измерений чрезвычайно эффективным является применение средств и методов аэрокосмического зондирования поверхности Земли для целей современного и ретроспективного анализа состояния компонентов и геосистем окружающей природной среды.

Среди многообразия ГИС перечисленным выше требованиям, чрезвычайно важным для обработки космической информации отвечает система обработки изображений ERDFS (ERDAS Inc), которая наряду с системами век-

торного формата (например, ARC/INFO фирмы ESRI) может составить ГИС – основу систем геоэкологического мониторинга горнопромышленного региона.

В рамках повышения научно-технического уровня добычи и переработки полезных ископаемых, помимо традиционных мер по снижению техногенной нагрузки горного производства на природную среду необходимо шире использовать разработанные с участием автора диссертации технологии площадного пылеподавления, защиты подземных вод от загрязнения, новые технологии по скважинной гидродобыче богатых железных руд и другие технологии, подтвержденные патентами, а также внедрить мероприятия по оптимизации структуры землепользования в пределах горного отвода и на прилегающих к нему территориях с целью рационального размещения вскрышных пород и отходов обогащения руд без экстенсивного расширения земель.

### **Выводы**

Основные выводы, отражающие теоретическую и практическую значимость работы, сводятся к следующему:

1. В результате проведенного комплексного анализа ресурсной функции геологической среды показано, что подготовленная и интенсивно используемая минерально-сырьевая база железорудной провинции Курской магнитной аномалии составляет основу крупнейшего горнопромышленного комплекса Европейской территории России, с которым связано усиление техногенной нагрузки на природную среду. В основу оценки и прогноза экологических последствий освоения минерально-сырьевых ресурсов положена имитационно-информационная модель, позволяющая осуществлять системный анализ результатов геоэкологических исследований в регионе.

2. Установлено, что широкомасштабное освоение железных руд бассейна КМА, начавшееся в начале 60-х годов прошлого века, привело к усилению техногенной нагрузки на геологическую среду в горнодобывающих районах и дестабилизации их экогеосистем. Для горнопромышленных районов КМА как территориальной совокупности предприятий по добыче и переработке железных руд, а также потребителей минерального сырья – металлургических заводов и сопутствующих им предприятий энергетического комплекса и стройиндустрии, характерно многостороннее и крупномасштабное воздействие инженерно-хозяйственной деятельности и технологических процессов на все сферы окружающей среды: литосферу, атмосферу, гидросферу и биосферу.

3. Основными источниками техногенного воздействия на геологическую среду, и прежде всего недра, являются предприятия и объекты, связанные с добычей и обогащением полезных ископаемых: шахты, рудники, карьеры, отвалы пустых пород, склады полуфабрикатов и готовой продукции, шламо- и хвостохранилища, пруды-отстойники, гидроотвалы; водозаборы подземных вод и дренажные системы горных выработок, водоотливные установки, трубопроводы и каналы сбора рудничных, шахтных и дренажных вод; горнодобывающие механизмы, транспорт, взрывные работы и др.

4. Горнодобывающая отрасль является важнейшим фактором современного рельефообразования территории КМА. В процессе техногенеза на месте естественных форм рельефа возникли новые, не существовавшие ранее, специфические формы – карьеры, отвалы, подземные пустоты и т.д. Три главных следствия горных работ: перемещение горных масс, изменение местного базиса эрозии и разрушение горных массивов с образованием дисперсных обломочных фракций с большой удельной поверхностью – определяют скорость и направление экзоморфодинамических процессов (эрозия, дефляция, оползни, суффозия, карст, обвалы и сдвиги горных масс, горные удары, прорывы плывунов и др.). Указанные процессы представляют собой естественную реакцию природной системы на техногенное воздействие и могут негативно влиять на условия проживания и хозяйственную деятельность населения горнопромышленных районов.

5. Установлено, что в горнопромышленных районах КМА происходит не только загрязнение и истощение подземных вод, но и образование новых гидрогеологических тел, получивших название в гидрогеологической практике «техногенных водоносных горизонтов». Отличаются они от естественных водоносных горизонтов особыми свойствами техногенных водовмещающих пород, особенностями гидрохимического и гидродинамического режимов. Типизация техногенных водоносных горизонтов в пределах изучаемого региона позволила выделить четыре основных типа техногенных водоносных горизонтов: промышленный, гидротехнический, отвальный и шахтный, а в населенных пунктах, примыкающих к горнопромышленным объектам – коммунальный тип.

Существенное изменение претерпели поверхностные водные источники. В зоне влияния водопонижительных систем некоторые реки оказались в подвешенном состоянии, а их питание осуществляется за счет сброса в них дренажных и карьерных вод с высоким содержанием загрязняющих веществ.

6. Степень экологической опасности предприятий горно-металлургического цикла во многом определяется их геохимическим воздействием на атмосферный воздух. Загрязнение атмосферного воздуха газами и пылевыми выбросами происходит при буровзрывных, погрузочно-разгрузочных работах; при дроблении руды и ее переделе; а также при пылении отвалов, хвостохранилищ, складов готовой продукции и т. д. При этом, наиболее весомый вклад в валовое загрязнение атмосферы горнопромышленного района вносят, периодически осуществляемые массовые взрывы в карьерах с большой мощностью зарядов. Они загрязняют воздух мелкодисперсной пылью, аэрозолями и газами. Средние многолетние газопылевые выбросы Лебединского и Стойленского горнообогатительных комбинатов оцениваются примерно в 30 тыс. т/год. При массовом взрыве основная масса пыли и газов объемом 15-20 млн. м<sup>3</sup> выбрасывается на высоту до 300 м и распространяется далеко за контуры карьеров. За их пределами через 15 часов после взрыва в радиусе до 4 км имеет место превышение ПДК содержания пыли – в 2-10, СО – в 2-5, NO<sub>2</sub> – 1,5-2 раза.

Примерный радиус устойчивой зоны запыленности воздуха в контуре 1 ПДК достигает 20-30 км.

7. Впервые выявлено своеобразие формирования карьерно-отвальных ландшафтов как техногенных ландшафтно-геохимических систем. Предложено разделение карьерно-отвальных ландшафтов на четыре категории пространственно-сопряженных техногенных ландшафтно-геохимических систем – от ландшафтно-геохимической арены (карьера с отвалами и хвостохранилищами) до элементарного техногенного геохимического ландшафта.

8. Оценена роль природных (повышенного геомагнитного поля Земли) и техногенных факторов, определяющих высокий уровень суммарного санитарно-эпидемиологического неблагополучия в горнодобывающих районах КМА и как следствие этого – высокий уровень заболеваемости населения профессиональными и общими болезнями.

9. На основании полученной геолого-экологической информации впервые составлена «Карта экологического состояния геологической среды Белгородской области» (масштаба 1:500000) и карта экологических ситуаций Белгородской области (масштаба 1:200000) с выделением на них ареалов с различной степенью экологической напряженности.

10. На основе ретроспективного анализа материалов дистанционного зондирования земной поверхности (аэро- и космоснимков) на примере Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района выявлены тенденции изменения техногенно нарушенных земель под объектами горнодобывающего комплекса за период с 1982 по 2000 годы.

11. Разработана и реализована на железорудных месторождениях концепция комплексного геоэкологического мониторинга объектов ГДК, система которого рассматривается как нормативно-методическая основа управления состоянием природно-технических систем, позволяющая контролировать геоэкологическую ситуацию территории освоения и сводить к минимуму экологические и технические риски при освоении железорудного сырья КМА.

## **ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Статьи в журналах, рекомендованных ВАК для опубликования основных результатов докторской диссертации**

1. **Петин, А.Н.** Природная среда и экологическая ситуация в Белгородской области / А.Н.Петин, В.И.Петина // Научные труды Федеральн. научн. центра гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана / под ред. акад. А.И.Потапова: Региональные проблемы охраны здоровья населения Центрального Черноземья. – Белгород, 2000. – С. 233-237.

2. **Петин, А.Н.** Опыт геолого-экологического изучения и картографирования территории Белгородской области / А.Н. Петин, А.И. Спиридонов // Проблемы региональной экологии, 2001, № 5. – С. 7-16.

3. Климентов, М.Н. Особенности выполнения и совершенствования противооползневых инженерных мероприятий с применением лучевых систем в осложненных горных и гидрогеологических условиях / М.Н. Климентов, **А.Н. Петин** Ю.В. Юдина и др // Южно-



российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. Научно-технический журнал. – 2003, № 3. – С. 127-130.

4. **Петин, А.Н.** Геоэкологические последствия освоения железорудных месторождений КМА и проблемы оптимального недропользования в регионе / А.Н. Петин // Научные труды Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана: Региональные гигиенические проблемы и стратегия охраны здоровья населения. – 2004, Вып. 10. – С.149-158.

5. **Петин, А.Н.** Противофильтрационные завес-экраны для решения геоэкологических проблем / А.Н. Петин, М.Н. Климентов // Проблемы региональной экологии. – 2004, №5. – С. 64-68.

6. **Петин, А.Н.** Актуальные аспекты использования трансграничных подземных вод региона Курской магнитной аномалии / А.Н.Петин // Вестник Воронежского ун-та. Сер. Геология, 2004, №2. – С 215- 217.

7. Корнилов, А.Г. Антропофункциональный анализ территории как основа эколого-географического районирования Белгородской области / А.Г. Корнилов, **А.Н. Петин**, Н.В. Назаренко // Проблемы региональной экологии. – № 1, 2005. – С.21-27.

8. **Петин, А.Н.** Современное состояние ресурсов питьевых вод в зоне влияния Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла КМА / А.Н. Петин, В.Н. Квачев. // Проблемы региональной экологии. – № 2, 2005. – с.114 – 118.

9. **Петин, А.Н.** Перспективы развития геологического образования в регионе КМА / А.Н.Петин, С.В. Сергеев //Вестник Воронежского университета. Сер. Геология, 2005, №1 – С. 198-200.

10. Шилова, В.С. Социально-экологическое образование учащихся как основа экологической безопасности региона: сущность и принципы функционирования / В.С. Шилова, **А.Н. Петин** // Проблемы региональной экологии. – 2005, №6. – С. 111-118.

11. Корнилов, А.Г. Проблемы экологической безопасности Белгородской области и управления рациональным природопользованием / А.Г. Корнилов, **А.Н. Петин**, Н.В. Назаренко // Проблемы региональной экологии. – 2005, №6. – С. 38-53.

12. Давыденко, Т.М. Формирование механизма управления экологической безопасностью Белгородской области / Т.М. Давыденко, А.Г. Корнилов, **А.Н. Петин** //Проблемы региональной экологии. – 2005, №6. – С. 34-38

13. **Петин, А.Н.** Минерально-сырьевые ресурсы Курской Магнитной аномалии и экологические проблемы их промышленного освоения /А.Н.Петин // Вестник РУДН Сер. Инженерные исследования, 2006, № 11(12) . – С. 124- 135.

14. Сергеев, С.В. Овчинников А.В. Инженерно-геологические процессы в меловых отложениях на застроенных территориях КМА / С.В. Сергеев, **А.Н. Петин**, М.М. Яковчук, А.В. Овчинников // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2006, № 10. – С.135-137.

15. Везенцев, А.И. Эколого-технологические аспекты использования глин Шебекинского района Белгородской области /А.И. Везенцев... **А.Н. Петин** и др. // Проблемы региональной экологии, 2006, № 5. – С. 72-75.

16. Корнилов А.Г. Аспекты конфликтности природопользования на примере Яковлевского рудника Белгородской области / А.Г. Корнилов ..., **А.Н. Петин** и др. //Экологические системы и приборы, 2006, № 12. – С. 30-38.

17. **Петин, А.Н.** Геоэкологическая обстановка и проблемы рационального недропользования в железорудном бассейне КМА / А.Н. Петин // Горный информационно-аналитический Бюллетень, М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2007, № 6. – С. 315-322.

18. Корнилов, А.Г. О разработке методологии оценки эколого-хозяйственной эффективности районов реализации горнодобывающей деятельности на примере КМА / А.Г. Корнилов, **А.Н. Петин**, О.П. Рагулина и др. // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 6. – С. 43-47.

19. **Петин, А.Н.** Экологический менеджмент и опыт внедрения экологических стандартов в Белгородской области // Проблемы региональной экологии / А.Н.Петин, Е.Б. Яницкий – 2007. – № 6. – С.14-18.
20. Шилова, В.С. Социально-экологическая культура: сущность и особенности (территориальный аспект) / В.С. Шилова, **А.Н. Петин** // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 6. – С. 158-204.
21. **Петин, А.Н.** Геоинформационные технологии как инструмент создания и анализа геоэкологических данных горнодобывающих комплексов Курской Магнитной аномалии (КМА) /А.Н. Петин, Е.Б. Яницкий // Вестник РУДН, Сер. Инженерные исследования, 2007. №2. С. – 113-118.
22. **Петин, А.Н.** Динамика состояния окружающей среды в странах содружества независимых государств в условиях текущего изменения климата / А.Н.Петин, Л.В Салтыковская., Е.А Белановская и др.// Известия РАН Серия географическая, 2008. – С. 138-140.
23. Корнилов, А.Г. Современные изменения природных комплексов в Старооскольско-Губкинском промышленном районе Белгородской области / А.Г. Корнилов, **А.Н. Петин**, Е.В. Кичигин и др. // Изв. РАН. Сер. Географическая. – 2008, №2. – С.85-92.
24. **Петин, А.Н.** Геосистемный подход к формированию туристско-рекреационных систем / А.Н. Петин, М.Е. Комарова // Известия высших учебных заведений, Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2008, №1. – С. 106-108.
25. **Петин, А.Н.** Исследование технологических и наноструктурных свойств руд при решении задач рационального недропользования / А.Н. Петин, П.В. Васильев. // Вестник РУДН. Серия инженерные исследования. – 2008. – №3. – С.41-48.
26. **Петин, А.Н.**, Голеусов П.В., Овчинников А.В. Техногенные воздействия при разработке месторождений мела на окружающую среду // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та. – 2008. – № 5. – С.212-215.
27. Никитин, В.М. Менеджмент качества атмосферного воздуха на основе регулярного лидарного патрулирования и ситуационного ГИС-моделирования состояния приземной атмосферы в пределах города / В.М. Никитин, **А.Н. Петин**, В.В. Ломакин и др. // Проблемы региональной экологии. – 2008. – № 5. – С. 202-205.
28. Chendev, Yu.G. Degradation of geosystems in the Belgorod region as a result of economic activities / Chendev, Yu.G., **Petin A.N.**, Serikova E.V., and Kramchaninov N.N //Geography and Natural Resources. – 2008. – Vol. 29. – P. 348-353.
29. Чендев, Ю.Г., Деградация геосистем Белгородской области в результате хозяйственной деятельности / Ю.Г. Чендев, **А.Н. Петин**, Е.В.Серикова, Н.Н. Крамчанинов // География и природные ресурсы . – 2008. – №4. – С. 69-75.
30. Никитин, В.М. Повышение эффективности лидарного мониторинга состояния приземной атмосферы при адаптивном управлении процессом формирования лазерных зонирующих сигналов / В.М. Никитин, **А.Н. Петин**, В.В. Ломакин, Ю.А Уколов // Проблемы региональной экологии, 2009, № 1 . С.16-21.
31. Сергеев, С.В., **Петин А.Н.**, Сеница И.В., Овчинников А.В. Оценка параметров пыления продуктов обогащения железных руд / С.В. Сергеев, **А.Н. Петин**, И.В. Сеница, А.В Овчинников // Проблемы региональной экологии, 2009, №1. – С. 48-51.
32. Тохрарь, В.К. Флористические находки адвентивных видов растений в Белгородской области / В.К. Тохрарь, О.В.Фомина, **А.Н. Петин**, и др. // Проблемы региональной экологии, 2009, №1. – С. 121-124.
33. **Петин, А.Н.**Функциональное зонирование земель населенных пунктов Белгородской области / А.Н.Петин, А.Г.Корнилов, Н.В. Назаренко и др. // Проблемы региональной экологии, 2009, №5. – С. 266-271.

### Монографии

34. **Петин А.Н.**, Мининг С.С. Минерально-сырьевые ресурсы и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. Белгород: Изд-во БелГУ, 2005. – 205 с.

35. Чендев, Ю.Г. Естественные изменения и техногенная трансформация компонентов окружающей среды староосвоенных регионов (на примере Белгородской области) / Ю.Г. Чендев, **А.Н. Петин**. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 124 с.

36. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области / П.М. Авраменко, П.Г. Акулов, Ю.Г. Атанов, ..., **А.Н. Петин** и др.; Под ред С.В. Лукина). – Белгород, 2007. – 556 с.

37. **Петин, А.Н.** Родники Белогорья: монография, / А.Н. Петин, Л.Л. Новых. – Белгород: Изд-во Константа, 2009. – 220 с.

### Атласы и карты

38. Лисецкий Ф.Н., Пересадько В.А., ..., **Петин А. Н.** и др. Атлас Белгородской области: природные ресурсы и экологическое состояние (разделы и авторские карты: экзогенные геологические процессы, с. 32-33; гидрогеология, с. 38-39; гидрогеологическое районирование, с. 40-41; месторождения подземных вод, с. 42-43; использование подземных вод, с. 44-45; гидрографическая сеть, 46- 47; состояние ресурсов подземных вод, с. 142-143; распределение антропогенной нагрузки, с 162-163). – Белгород, 2005. – 179 с.

### Патенты, авторские свидетельства, алгоритмы

39. Климентов М.Н., Сергеев С.В., **Петин А.Н.**, Дрямов В.С. Устройство для сооружения траншей. Российская Федерация. Патент на изобретение № 2260657. Зарегистрировано в государственном реестре Изобретений РФ 20 сентября 2005 г. Опубликовано 20.09.2005. Бюл. № 26.

40. Климентов М.Н., **Петин А.Н.**, Дрямов В.С. Шнеко-фильтр. Патент на полезную модель № 55034. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 27 июля 2006 г. Опубликовано 27.07.2006 г., Бюл. №21.

41. Климентов М.Н., Сергеев С.В, **Петин А.Н.**, Дрямов В.С., Сергеева Л.М. Способ роторно-турбинного бурения и устройство для его осуществления. Патент на изобретение № 2280747. Зарегистрировано в Государственным реестре изобретений Российской Федерации 27 июля 2006 г. Опубликовано 27.07.2006 г., Бюл. №21.

42. Климентов М.Н., **Петин А.Н.**, Дрямов В.С. Способ сооружения восстающей дренажной скважины и устройство для его осуществления. Патент на изобретение № 2284409. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 сентября 2006 г. Опубликовано 27.09.2006 г. Бюл. №27.

43. Климентов М.Н., **Петин А. Н.**, Дрямов В С. Шнеко-фильтр. Патент на полезную модель № 64695. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 июля 2007 г. Опубликовано 27.07.2006 г.

44. Климентов М.Н., **Петин А.Н.** Дрямов В.С. Способ сооружения восстающей дренажной скважины и устройство для его осуществления. Патент на изобретение № 2284409. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 сентября 2006 г. Опубликовано 27.09.2006 г. Бюл. №27.

45. Климентов М.Н., **Петин А.Н.**, Дрямов В.С., Пономаренко Ю.В., Свергузова С.В., Клименко Н.А., Сергеева Е.М. Способ скважинной гидродобычи полезных ископаемых и устройство для ого осуществления. Патент на изобретение № 2307937. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской федерации 10 октября 2007 г.

46. Климентов. М. Н., Дрямов В.С, **Петин А.Н.**, Сергеева Е.М. Устройство для скважинной гидродобычи полезных ископаемых. Патент на полезную модель №77670. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 27 октября 2008 г.

47. Климентов М.Н., Дрямов В.С., Сергеев С.В., **Петин А.Н.** Способ возведения стены в грунте и устройство для его осуществления. Патент на его изобретение № 236708. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 августа 2009 г. Опубликовано 27.08.2009 г. в Бюл. №24.

48. Лисецкий Ф.Н., Лукин С.В., **Петин А.Н.** и др. Атлас: Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области (электронное издание). Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2005620231. Зарегистрировано в реестре базы данных 26 августа 2005 г.

49. Васильев В.П., **Петин А.Н.**, Яницкий Е.Б. Электронная версия учебно-методического комплекса «Геоинформатика в недропользовании». Зарегистрировано в Отраслевом фонде алгоритмов и программ 15 декабря 2008, № 11968. Дата выдачи 26.12.2008.

#### Учебные пособия

50. Хрисанов В.А. Геологическое строение и полезные ископаемые Белгородской области: Учебное пособие / В.А. Хрисанов, **А.Н. Петин**, М.М. Яковчук. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2000. – 245 с

51. Экология Белгородской области: Учебное пособие / **А.Н. Петин**, Л.Л. Новых, В.И. Петина, Глазунов Е.Г. – М.: Изд-во МГУ (с грифом УМО), 2002. – 228 с.

52. География Белгородской области: Учебное пособие в 2-частях. Часть 1. Природа / Голеусов П.В., **Петин А.Н.** и др.. М.: Изд-во МГУ (с грифом УМО), 2003 – 64 с.

53. **Петин, А.Н.** Основы экологии и природопользования: Учебное пособие (с грифом Мин.образования РФ) / А.Н. Петин, Л.Л. Новых, В.И. Петина. – М.: Изд-во МГУ, 2004.– 288 с.

54. Васильев, П.В. Геоинформатика в недропользовании: Учебное пособие (с грифом УМО) / П.В. Васильев, **А.Н. Петин**, Е.Б. Яницкий – Белгород: Изд-во БелГУ, 2008.– 232 с.

55. География Белгородской области Учебное пособие (с грифом УМО / П.В. Голеусов, Г.Н. Григорьев... **А.Н. Петин** и др.; под научн. ред. **А.Н. Петина**, Н.В.Чугуновой, О.В. Гаврилова – М.: Изд-во МГУ, 2008. – 136 с.

#### Статьи и материалы научных конференций

56. **Петин, А.Н.** Геоэкологические аспекты изучения техногенного морфогенеза Белгородской области / А.Н. Петин, В.И. Петина, Н.И. Гайворонская // Региональное природопользование и экологический мониторинг. – Барнаул, 1996. – С. 270-273.

57. **Петин, А.Н.** Состояние экологической безопасности и основные направления совершенствования природоохранных отношений в Белгородской области / А.Н. Петин, А.Б. Мирошников // Проблемы укрепления и совершенствования экологической безопасности. – Белгород, 1998. – С. 5-13.

58. **Петин, А.Н.** Природно-техногенные геосистемы и их воздействие на окружающую природную среду / А.Н. Петин // Юг России в прошлом и настоящем: история, экономика, культура. – Белгород: Изд-во Белгород. гос. ун-та, 1998. – С. 177-179.

59. **Петин, А.Н.** Современное экологическое состояние геологической среды территории Белгородской области / А.Н. Петин, В.Н. Квачев // Белогорье (краеведческий альманах), 1999, № 1. – С. 82-90.

60. **Петин, А.Н.** Старооскольско-Губкинский горнодобывающий комплекс как природно-техническая система / А.Н. Петин // Белгородская область вчера и сегодня (к 45-летию образования области). – Белгород, 1999. – С. 69-71.

61. **Петин, А.Н.** Заболеваемость населения Белгородской области как интегральный показатель состояния ее окружающей среды / А.Н. Петин, В.И. Петина, В.Н. Бугорская // Экология человека: от прошлого к будущему. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – С. 109-110.

62. **Петин, А.Н.** Интегральная оценка и картографирование экологической ситуации староосвоенного региона России (на примере Белгородской области) / А.Н. Петин, В.И.

Петина // Новейшие методы географических исследований, картография и ГИС: Труды XI съезда РГО. – Т.4. Архангельск, 2000. – С. 157-159.

63. Белых, В.И. Оценка экологического состояния геологической среды Белгородской области / В.И. Белых, **Петин А.Н.** и др. // Матер. межгос. совещ. XXV Пленума геоморфологической комиссии РАН: Проблемы экологической геоморфологии. – Белгород: изд-во БелГУ, 2000. – С. 105-109.

64.. Чендев, Ю.Г., Потери минеральных составляющих ландшафта на юге Среднерусской возвышенности / Ю.Г. Чендев, **А.Н. Петин** // Экономика природопользования Алтайского региона: история, современность, перспективы. – Барнаул, 2000. – С. 182-186.

65. **Петин, А.Н.** Выявление и оценка изменений геологической среды в Старооскольско-Губкинском железорудном районе с использованием материалов дистанционного зондирования / А.Н.Петин, Н.Н. Азаркина, А.В. Мирнова // Матер. межрегиональн. науч.-практич. конф.: Актуальные географические проблемы региона. – Чебоксары, 2000. – С. 139-143.

66. **Петин, А.Н.** Влияние Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла на состояние геологической среды и качество подземных вод железорудного района / А.Н. Петин, А.И. Спиридонов // Матер. межрегиональн. науч.-практич. конф.: Актуальные географические проблемы региона. – Чебоксары, 2000. – С. 178-181.

67. **Петин А.Н.**, Спиридонов А.И. Техногенное воздействие и экологическое состояние геологической среды Белгородской области // Научные ведомости БелГУ, Белгород 2000, № 3 (12). – Серия Экология. – С. 40-47.

68. **Петин, А.Н.** Эколого-географическое положение и проблемы экологической безопасности Белгородской области / А.Н.Петин, В.И. Петина. В.Н. Курганская // Научные ведомости БелГУ, Белгород 2000, № 3 (12). Серия Экология. – С. 33-39.

69. Белых, В.И. Результаты средне- и крупномасштабных геолого-экологических исследований территории Белгородской области / В.И.Белых, **А.Н. Петин**, А.И. Спиридонов, П.В Семенов // Экология Центрально-Черноземной области Российской Федерации. – Липецк, 2000, № 2. – С. 85-89.

70. **Петин, А.Н.** Ландшафтные особенности накопления загрязняющих веществ в почвах Белгородской области / А.Н. Петин, Л.Л. Новых, А.И. Спиридонов // Теоретические и прикладные аспекты оптимизации и рациональной организации ландшафтов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2001. – С. 163-166.

71. **Петин, А.Н.** Оценка трансформации геологической среды в Оскольском железорудном районе КМА на основе анализа материалов дистанционного зондирования / А.Н. Петин, Н.И. Азаркина, А.В. Мирнова // Белогорье: краеведческий альманах, 2001, № 3. – С. 68-78.

72. **Petin, A.N.**, Ecology-geomorphological analysis and appraisal of ecological safety and risk on the highly mastered territory (based on the Belgorod region example) / A.N. Petin, A.V.Solovyov, A.N. Covalev // Materials and publications of the 5<sup>th</sup> International Conference on Geomorphology (ICG). 23-28 August 2001. Chuo University, Tokyo, Japan. Vol. 3.

73. **Петин, А.Н.** Использование аэрокосмических материалов для изучения экзогенных геологических процессов на территории Белгородской области / А.Н.Петин // Космическая эра цивилизации и образование. – Белгород, 2002. – С. 133-138.

74. **Петин, А.Н.** Экологическое картографирование как основа рационализации природопользования в регионе / А.Н. Петин, В.И. Петина, Н.И. Гайворонская // Экология Центрально-Черноземных областей Российской Федерации. Липецк, 2002, № 2. – С. 77-81.

75. **Петин, А.Н.** Мониторинг опасных экзогенных геологических процессов территории Белгородской области как составная часть Единой государственной системы экологического мониторинга / А.Н. Петин // Доповідей IV Міжнародної наукової конференції

«Мониторинг небезопасных геологических процессов та экологического стану середовища., 2003. – Україна, Київ. – С.86-88.

76. Балашов, А.Г. Экологические приоритеты – основа горного производства КМА в современной экономической ситуации / А.Г. Балашов, **А.Н. Петин** // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. М.; Белгород. – 2004. – С.81-83.

77. Корнилов, А.Г. Комплексная оценка воздействия горнодобывающих комплексов на окружающую среду в староосвоенных регионах / А.Г. Корнилов **А.Н. Петин**, Н.В. Назаренко, Г.Т. Динькаева // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. М.; Белгород : Изд-во БелГУ, 2004. – С. 148 – 152.

78. **Петин, А.Н.** Проблемы экологически безопасного освоения железорудных месторождений в бассейне Северского Донца / А.Н.Петин // Регион. Специальный выпуск: Экологическая безопасность Северского Донца. – Харьков: Харьковский национальный университет, 2003. – С. 17-22.

79. Квачев, В.Н. Проблема рационального использования, мониторинга и охраны подземных вод бассейна Курской магнитной аномалии /В.Н. Квачев, **А.Н. Петин** // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції: Регіон – 2004: стратегія оптимального розвитку. – Харків, 2004. – С. 104- 106.

80. **Петин, А.Н.** Мониторинг экзогенных геологических процессов в Белгородской области // Вісник Харківського національного університету. Сер. Геологія-географія-екологія. 2002, № 563. – Харків: ХНУ. – С. 116-121.

81. **Петин, А.Н.** Недропользование и охрана геосреды КМА / А.Н. Петин // Материалы межрегиональной научно-практической конференции: Устойчивое развитие: экологические проблемы и защита окружающей среды. Старый оскол: ООО “ТНТ”, 2004. С. 107 – 111.

82. **Петин А.Н.** Геоэкологическая ситуация в зоне влияния Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла и пути ее улучшения / А.Н. Петин // Вісник Харківського національного університету, Геологія – Географія – Екологія. – № 620, Харків, 2004. – С. 28-34.

83. **Petin, A.N.** Environtal problems of mineral resources development in the regions of Kursk Magnetic Anomaly (КМА).- Human dimension and global environmental change // Russian National Workshop on Related to the International Yuman Dimensions Programme on Global Enviromental Change.- Proceedings, Zvenigorod, Moscow region, November,10-12. – 2004. – P. 264-269/

84. Ермолович, Е.А, Экологическая безопасность освоения недр / Е.А.Ермолович, И.А.Шок, **А.Н. Петин** // Экология, окружающая среда и здоровье населения Центрального Черноземья. Ч. II, Курск. 2005. – С 120-124.

85. **Петин, А.Н.** Экологические проблемы урбанизированных территорий горнопромышленных районов Курской магнитной аномалии// Сборник научных трудов, Саратов: Саратов. гос. технческий ун-тет, 2005 – С.158-162.

86. Корнилов, А.Г., Эколого-географическое районирование и безопасное развитие Белгородской области / А.Г.Корнилов, **А.Н. Петин**, Н.В. Назаренко // География и регион: актуальные вопросы исследования. – Чебоксары: Изд-во ЧГУ, 2005. – С. 463-469.

87. **Петин, А.Н.,** Техногенная трансформация рельефа территории Белгородской области и экологический аспект рельефообразования / А.Н.Петин, В.И. Петина, Н.И. Гайворонская // Белогорье: краеведческий альманах. – № 5, Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. – С. 115-123.

88. Чендев, Ю.Г. Скорости антропогенной деградации и прогноз время полного исчерпания ресурсов естественных геосистем Белгородской области / Ю.Г. Чендев,

**А.Н. Петин, Н.Н. Крамчанинов** // Матер. II Междунар. науч. конф.: Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. – М.; Белгород, 2006. – С. 150-154.

89. **Петин, А.Н.** Геоэкологические проблемы железорудных месторождений и пути их решения / А.Н. Петин, Е.Б. Яницкий // Матер. II Междунар. науч. конф.: Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. – Москва-Белгород, 2006. – С.367-370.

90. **Петин, А.Н.** Ретроспективный анализ изменения площадей нарушенных земель в Старооскольско-Губкинском горнопромышленном районе КМА (по материалам дистанционного зондирования земли) /А.Н. Петин // Матер. Междунар. науч. семинара: Проблемы древнего земледелия и эволюции почв в лесных и степных ландшафтах Европы. Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. – С. 136-140.

91. Чендев, Ю.Г. Изучение и оценка показателей антропогенной деградации природно-ресурсного потенциала на юге лесостепи Среднерусской возвышенности / Ю.Г. Чендев, **А.Н. Петин** // Геология, география и глобальная энергия. Научно-технический журнал. – 2008. – №2(29). – С.112-121.

92. Kornilov, A.G, About regional indicators of steady development (On an example of the Belgorod area) / A.G. Kornilov, **A.N. Petin** // Euro-Asian Journal of sustainable energy development policy, Vol. 1, Num. 1, January-June. 2008. – P. 45-48

93. **Петин, А.Н.** Техногенно-минеральные образования Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района КМА и оценка их воздействия на окружающую среду / А.Н. Петин, Н. Н. Крамчанинов // Актуальные проблемы горного недроведения: матер. регион. науч.-практ. конф. – Губкин: Губкинский институт (филиал) ГОУ ВПО МГОУ. 2009. – С. 16-20.

94. **Петин, А.Н.** Аэрокосмический мониторинг состояния геологической среды железорудных месторождений КМА: особенности структуры, строения и функционирования / А.Н. Петин // Научные ведомости БелГУ, Сер. Естест. науки. – 2009, №11 (66). – С. 133-139.

95. **Петин, А.Н.** Скважинная гидродобыча – новый этап в промышленном освоении богатых железных руд КМА // Матер. науч.-практич. конф.: Пути оптимизации взаимодействия общества и природы. – Грозный: Изд-во ЧГУ, 2009. – С. 30-44.

96. **Петин, А.Н.** Состояние геологической среды в староосвоенных регионах (на примере Курской области) / А.Н. Петин, В.Л. Переверзев // Матер. Межнар. науково-практич. конф.: РЕГИОН- 2009 стратегія оптимального розвитку. – Харків, 2009. – С.67-71.

97. **Петин, А.Н.** Особенности геодинамических процессов на активно разрабатываемых железорудных месторождениях Курской магнитной аномалии / А.Н.Петин, В.И.Петина, Н.И. Гайворонская, Л.И. Белоусова // Матер. IX Междунар. науч. Конф.: Мониторинг геологических процессов, Киев: Изд-во Киев. нац. ун-та. – С. 240-242.

98.**Петин, А.Н.** Пути обеспечения геоэкологической безопасности недропользования в железорудной провинции КМА/ А.Н. Петин, В.И.Петина // Збірник наукових праць: Просторовий аналіз природних і техногенних ризиків в Україні. Київ: Інститут географії НАН України, 2009. – С.160-167.