Косинова И.И. , Барабошкина Т.А., Косинов А.Е.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ

(КМА)

2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

Оглавление 2
..... 2
Введение 4
Часть 1. Эколого-геологические особенности КМА 9
1. Ретроспектива истории разведки и освоения месторождений КМА 9
2. Характеристика эколого-ресурсного потенциала КМА 13
2.1. Минеральные ресурсы КМА 13
2.1. 1. Белгородский район 17
2.1.2 Старо-Оскольский район 3
2.1. 3. Ново-Оскольский район 5
2.1.4. Курско-Орловский район 7
2.2. Ресурсы подземных вод КМА 9
2.3. Почвенные ресурсы КМА 13
3. Эколого-геодинамические особенности района КМА 16
4. Эколого-геохимические особенности района КМА 23
5. Эколого-геофизические особенности района КМА 31
Часть 2. Эколого-геологические особенности районов железорудных месторождений ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
6.1. Эколого-геологические особенности Михайловского промышленного района ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
6.1. 2.Функциональная организация территории ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
6.1.3. Геолого-геоморфологическая характеристика района ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
6.1.4 Методика исследований ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
6.2. Результаты эколого-геологических исследований ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
6.2.1. Оценка загрязнения почвенного покрова ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
6.2.2. Анализ распределения тяжелых металлов в грунтах зоны аэрации ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
6.2.3. Оценка загрязнения донных отложений ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
6.2. 5. Оценка загрязнения растительности ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
6.2.8. Специфика изменения эколого-геологических условий в пределах Михайловского промрайона. **Ошибка! Закладка не определена.**
7. Эколого-геологические условия Стойленского ГОКА
8 Эколого-геологические условия района Оскольского электрометаллургического комбината
9. Старооскольский район КМА ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
9.1. Геологическое строение территории ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
9.3. Гидрогеологические условия района ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
Часть 3 Оптимизация эколого-геологических условий (на примере Старооскольского района) 185
Литература

Введение

Курская магнитная аномалия (КМА) расположена в пределах Центрально-Черноземного региона — исторической сельскохозяйственной житницы России. Очаги земледелия существовали здесь уже в 5-6 веках, а интенсивное аграрное освоение началось с 16 века, достигнув расцвета в 17- начале 19 века. Открытие на рубеже XIX и XX века прошлого тысячелетия в регионе крупнейшего в мире железорудного бассейна, по запасам не имеющего мировых аналогов, дало толчек стремительному развитию горно-добывающей отрасли.

В районе Курской магнитной аномалии (КМА) развиты породы двух комплексов: 1) сильно метаморфизованные и сильно дислоцированные породы докембрийского основания с высокой плотностью от 2,6 до 3,8 г/см^3*;* 2) осадочные породы палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста с плотностью от 1,6 до 2.4 г/см^3. Осадочные породы залегают на докембрийских трансгрессивно и почти горизонтально. Мощность осадочного комплекса изменяется от 35 м в центральной части бассейна до 550 м в южной (Полищук, 1970; Недра России, 2002; Трегуб, 2002).

Богатые руды приурочены к зоне древнего выветривания железистых кварцитов и представлены мартитовыми и сидерит-мартитовыми рудами. Они залегают на железистых кварцитах в виде горизонтальных пластообразных и линзовидных залежей с вертикальной мощностью от 40 до 350 м (Леоненко и др, 1969; Перспективная оценка…, 1977, Овчинников, 2001).

На современном этапе промышленное освоение КМА идет как подземным — комбинат «КМА-руда», так и открытым способом: Лебединский, Стойленский и Михайловский ГОКи. Суммарная производительность рудников составляет около 65 млн. т. руды в год, а

объем пород, складируемых в отвал, ориентировочно достигает 100 млн. $м^3$ техногенного грунта различного химического состава (Косинова, Селезнев, 1989;.

Отработка месторождений обуславливает ежесуточный сброс только из трех действующих карьеров: Михайловского, Лебединского, Стойленского, достигших глубиной отметки 300 м около 100 тыс. $м^3$ дренажных вод на территории прилегающих областей (Орловская, Брянская, Сумская, Воронежская). В подземных водоносных горизонтах образовались депрессионные воронки (Косинова, Вахтангова, Талдыкин, 1988; Смирнова, Бородкин, 2003). В результате на рубеже второго и третьего тысячелетия в регионе имеется отрицательный баланс в водообеспечении населения ресурсами подземных и поверхностных вод централизованного питьевого назначения (Немененок и др., 1994; Мониторинг…,1999;).

Карьерами КМА вскрыты коренные породы фундамента на площади 200 $км^2$, из сельскохозяйственного оборота изъято 100 тыс. га черноземов. В масштабах реального времени произошло сокращение ресурса геологического пространства для аграрной, селитебной и других видов деятельности (Косинова и др., 1985-2007). Технологический цикл каждого ГОКа включает в себя горнодобывающие выработки (шахты, карьеры) с отвалами вскрышных пород и дробильно-обогатительные фабрики (ДОФ) с хвостохранилищами, гидроотвалами, значительно изменившими рельеф района (табл.1).

Таблица 1.

Параметры гидроотвалов в пределах КМА (Гальперин, 2006)

ГОК	Гидроотвал	Площадь, га	Максимальная высота, м	Уложено грунтов, млн. $м^3$	Объем укладки, млн. $м^3$/год
Лебединский	№ 1	116	36	30,5	1—6
	№2	40	9,1	37	1—5

ГОК	Гидроотвал	Площадь, га	Максимальная высота, м	Уложено грунтов, млн. $м^3$	Объем укладки, млн. $м^3$/год
	№3	25	3	0,5	0,5
	«Березовый Лог»	1128	75	250	2 — 22
	«Балка Чуфичева»	207	45	31	1—6,5
	«Балка Суры»	600	70	60	2,5 — 3
Михайловский	«Михайловский»	90	3,1	1,8	0,8 — 0,1
	«Лог Шамаровский»	218	30	21	1—2,5

Взрывы пластов железной руды, при использовании около 30 тыс.т взрывчатого вещества в год, функционирование дробильных мельниц, промышленных предприятий приводит к изменению сейсмических условий, активизации процессов техногенной эрозии, загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) почвенного покрова, гидросферы, биоты в радиусе до 20 км от источников выброса, инициируя динамику фона по тяжелым металлам и естественным радионуклидам (ЕРН).

Максимальная трансформация экогеосистем фиксируется в Губкинско-Старооскольском горно-промышленном районе. Это обусловлено концентрацией различных техногенных объектов: шахт комбината "КМА—руда", Лебединского и Стойленского карьеров, отвалов вскрышных пород, ДОФ, хвостохранилищ, Оскольского электрометаллургического комбината (ОЭМК), завода железобетонных изделий, цементного завода, городов Старый Оскол и Губкин и их техносферы – на относительно небольшой площади – около 500 $км^2$.

Экологические проблемы особенно сильно обострились в последние 50 лет. Масштабы техногенного прессинга горнодобывающей

и смежных отраслей на приповерхностную часть литосферы, гидросферы, атмосферы колоссальны. Идет формирование техногенных атмо-, лито-, сноу-, гидрогео-и биогеохимических аномалий (в фито- и зооценозах), фиксируется рост заболеваемости детского и взрослого населения.

Таким образом, изменение под влиянием техногенеза ресурсных, геодинамических, геохимических и геофизических параметров абиотических компонентов экогеосистем КМА, по правилу экологического бумеранга, провоцирует развитие патологии у биоты. В целом, интенсивная трансформация аномальных природных условий территории железорудного месторождения, под воздействием горно-рудных предприятий усугубило экологическую ситуацию в целом.

Однако горно-добывающий комплекс КМА решает важные экономические и социально-геополитические задачи России, его эффективное функционирование позволяет обеспечивать минеральным сырьем не только металлургический комплекс Российской Федерации, но и предприятия ближнего и дальнего зарубежья.

В связи с этим, главной целью данной монографии является систематизация основных экогеологических проблем региона природного и техногенного генезиса и разработка мероприятий по снижению техногенного прессинга на биоту и человека. В основу работы положены как результаты исследований, в которых авторы принимали участие, так и анализ и систематизация опубликованных в открытой печати материалов.

При анализе эколого-геологических условий КМА авторы базировались на теоретических аспектах экологической геологии и учении об экологических функциях литосферы детально освещенных в работах В.Т. Трофимова, Д.Г. Зилинга (1994-2006). Которые определяют *экологическую геологию, как новое направление геологических наук, изучающее экологические функции литосферы, закономерности их*

формирования и пространственно-временного изменения под влиянием природных и техногенных причин в связи с жизнью и деятельностью биоты и, прежде всего, человека. В такой трактовке экологическая геология является, с одной стороны, новым научным направлением в геологии, а с другой стороны - составной частью геоэкологии.

Под *экологическими функциями литосферы* – В.Т. Трофимовым, Д.Г. Зилингом (2002) - *понимается все многообразие функций, определяющих и отражающих роль и значение литосферы, включая подземные воды, нефть, газы, геофизические поля и протекающие в ней геологические процессы, в жизнеобеспечении биоты и, главным образом, человеческого сообщества* (Теория и методология….1997).

Многообразие функциональных зависимостей между природной и техногенно преобразованной литосферой и биотой как биологическим видом, так и общественной социальной структурой (человеческое сообщество) сводится к четырем экологическим функциям – ресурсной, геодинамической, геохимической и геофизической [*].

Наиболее детально учение об экологических функциях литосферы изложено в коллективной монографии "Экологические функции литосферы" под ред. В.Т Трофимова (2000) и в учебнике В.Т. Трофимова, Д.Г. Зилинга "Экологическая геология" (2002).

Авторы благодарят рецензента доктора геолого-минералогических наук, профессора, академика РАЕН Г.Л. Коффа, и кандидата геолого-минералогических наук, доцента Е.Н.Огородникову за знакомство с

---

[*] *Ресурсная экологическая функция литосферы* – функция, определяющая роль минеральных, органических и органоминеральных ресурсов и геологического пространства литосферы для жизни и деятельности биоты как в качестве биогеоценоза, так и социальной структуры;

Геодинамическая экологическая функция литосферы – функция, отражающая свойства литосферы влиять на состояние биоты, безопасность и комфортность проживания человека через природные и антропогенные процессы и явления;

Геохимическая экологическая функция литосферы – функция, отражающая свойство геохимических полей (неоднородностей) литосферы природного и техногенного происхождения влиять на состояние биоты в целом, включая человека, в частности;

Ггеофизическая экологическая функция литосферы – функция, отражающая свойства геофизических полей (неоднородностей) литосферы природного и техногенного происхождения влиять на состояние биоты, включая человека.

рукописью и ценные рекомендации, сделанные после ее прочтения.

Замечания и предложения по содержанию монографии просим присылать по адресу: *г. Воронеж, Воронежский государственный университет, геологический факультет, кафедра экологической геологии, зав. кафедрой профессору Ирине Ивановне Косиновой*.

Часть 1. Эколого-геологические особенности КМА

1. Ретроспектива истории разведки и освоения месторождений КМА

На фоне эволюции природных сред в геологической истории Земли в развитии эколого-геологических условий и ЭФЛ, выделяется два основных временных этапа. *Первый этап* - сугубо природный, охватывает временной период от зарождения жизни на Земле (около 3.5 млрд. лет назад) до появления человеческой цивилизации и *второй этап* - природно-техногенный, охватывающий временной интервал порядка 200 лет и являющийся, главным образом, порождением техногенеза (Трофимов, 2005). Поэтому для понимания особенностей формирования эколого-геологических условий КМА важно знание истории освоения данного региона в целом.

Впервые магнитные аномалии в районе КМА в 1792 г обнаружил академик Петербургской Академии наук П.Б.Иноходцев при проведении геодезических работ в Курской губернии, однако, только через столетие началось ее детальное изучение. Значимый вклад в исследование феномена Курской аномалии внес Э.Е. Лейст, около 30 лет своей жизни, посвятивший ее исследованию (с начала 90-х годов до 1918 г).

По предложению Э.Е.Лейста и М.М.Поморцева Русское географическое общество создало постоянную комиссию по исследованию земного магнетизма, и в 1893 году были продолжены работы по изучению аномалии в Курской губернии, которая была настолько "аномальна", что даже специалисты не могли предложить

удовлетворительного объяснения причин ее происхождения. В ее пределах напряжённость магнитного поля иногда в 5 и более раз превышала фоновую. Специалисты категорически отрицали возможность залегания в Курской губернии железных руд, которые могли бы вызвать наблюдаемую аномалию (Трухин, 2003).

В 1896 г из Парижа был приглашен для участия в исследовании КМА директор геомагнитной обсерватории — профессор Муро. Он, через несколько дней работы с Э.Е. Лейстом, телеграфировал в Париж, что полученные во время магнитных съемок результаты "переворачивают кверху дном всю теорию земного магнетизма". Муро через две недели съемочных работ, в течение которых было сделано 149 серий наблюдений на 102 станциях, вернулся в Париж. А Э.Е.Лейст, проанализировав данные съемок, пришел к твердому убеждению, что фиксируемая аномалия связана с колоссальными залежами железной руды (Трухин, 2003). Возникла настоящая "железорудная лихорадка". Земство выделило деньги Э.Е.Лейсту на покупку в Германии приборов для магнитных измерений и необходимого оборудования для бурения. Бурение скважины было начато в точке с наибольшим значением аномального поля. По прогнозам руда должна была залегать на глубине не более чем 200 м от поверхности Земли. Однако – на расчетной глубине руды не было. Спонсоры и соратники отвернулись от Э.Е.Лейста, оборудование было изъято. Э.Е.Лейст за свой счет во время летних отпусков продолжал съемку в течение 20 лет. Им в 4500 точках было определено склонение, наклонение и горизонтальную составляющую геомагнитного поля. Он регулярно основные этапы работы докладывались и публиковались в Московском Обществе Испытателей Природы (МОИП), а так же в Московском институте физики и биофизики на физическом коллоквиуме и в других институтах. По существу, работа Э.Е Лейста по исследованию, анализу и интерпретации физической природы Курской магнитной аномалии -

первая осознанная попытка поиска и разведки железорудных залежей в России с помощью магнитного метода. Весной 1918 г вместе с профессором Михельсоном он становится во главе только что организовавшейся Геофизической комиссии, тогда же принимает предложение стать консультантом по геофизике и войти в организационный комитет намечавшегося 1-го Геофизического (3-го Метеорологического) съезда. Однако, напряженная, работа подорвала здоровье талантливого ученого. Летом 1918 г правительство, направило его в Германию на лечение, где Э.Е Лейст планировал систематизировать собранные данные и построить магнитную карту КМА. Однако через месяц после приезда Э.Е.Лейст скончался в Наугейме (Трухин, 2003).

Господин И.Штейн, завладевший материалами гениального исследователя, предложил их советскому правительству за миллион долларов. Для молодой России, это оказалась нереальная сумма. В ноябре 1918 года в разгар гражданской войны была образована специальная комиссия по исследованию Курской магнитной аномалии (КМА) под председательством академика П.П.Лазарева. В феврале 1919 года Совет рабочей и крестьянской обороны принял постановление о Курской магнитной аномалии, и летом того же года в район Курска и Белгорода был направлен экспедиционный отря. Однако, из-за приближения армии Деникина, развернуть широкомасштабные изыскательские работы не удалось. 14 июня 1920 года, при горном Совете ВСНХ была образована Особая комиссия по изучению КМА (ОККМА) под руководством профессора И.М.Губкина, который в в течение девятнадцати лет возглавлял работы в данном направлении.

7 апреля 1923 года был добыт первый керн железной руды из скважины №1 под Щиграми. Успешное развитие изыскательских работ на КМА в сентябре 1924 года принесло замечательные результаты. У деревни Салтыково на глубине 116,3 метра была обнаружена руда с

содержанием железа свыше 50 процентов и через некоторое время было открыто Лебединское месторождение.

В 1926 году недалеко от скважины, которую бурили по указанию Э.Е.Лейста, на глубине около 220 м были обнаружены залежи высококачественной железной руды. Всего 20 м в дополнение к 200 м надо было пройти группе Э.Е.Лейсту, чтобы при жизни были оценены его выдающиеся заслуги по исследованию уникального месторождения. Однако, вскоре работы по КМА были признаны полностью нерентабельными и прекратились до 1931 г.

10 апреля 1931 года принято новое постановление Совета Труда и Обороны СССР и в нем были сформулированы главные приоритетные задачи по освоению КМА. В сентябре 1931 года была осуществлена закладка первой разведочно-эксплуатационной шахты на Коробковском месторождении. 27 апреля 1933 года – добыта первая бадья железной руды. В ноябре 1933 года первые тонны руды были отправлены на Липецкий завод "Свободный сокол". Пробная плавка показала, что если перевести четыре доменные печи на руды КМА, то они смогут давать в год, т.е., в два раза больше, чем ранее. Освоения железорудных богатств КМА были сопряжены с большими трудностями. Особую опасность для горняков представляли подземные воды. Например, в июне 1936 года прорыв воды в шахте №1 привел к ее затоплению. В сентябре того же года аварию ликвидировали, но она на несколько лет затормозила работы по освоению рудника, которые в 1937 году были остановлены до апреля 1939 года, когда Наркомат черной металлургии дал указание начать опытные разработки богатых руд Лебединского месторождения открытым способом.

Активное освоение богатств КМА началось в 50-е годы. В мае 1953 года на базе шахты и двух фабрик было создано предприятие по добыче и переработке железных руд - комбинат "КМАруда". На опыте

его работы выявилась возможность более эффективного освоения запасов железистых кварцитов.

В 1956 году был построен первый горно-обогатительный комбинат, который начал добычу неглубоко залегающей руды открытым способом и строители г. Губкина приступили к сооружению уникального горнорудного предприятия - Лебединского рудника (Трухин, 2003). Впервые в Советском Союзе строился карьер по добыче железной руды открытым способом.

В 1957-1959 году началось строительство Южно-Коробковского рудника и обогатительной фабрики, рассчитанных на добычу и переработку 2 миллионов 200 тысяч тонн кварцитов и выпуск 1 миллиона 43 тысяч тонн концентрата. А в 1963 году рудники Южно - Коробковский и имени Губкина были объединены в шахту имени Губкина.

В 1972 году был введен в эксплуатацию многопрофильное предприятие Лебединский горно-обогатительный комбинат (ЛГОК) мощностью 7,5 миллионов тонн руды в год.

В 1978 году в состав ЛГОКа вошел Лебединский рудник, до этого входивший в состав комбината "КМАруда". В настоящее время на ЛГОКе ведется строительство завода горячебрикетированного железа, технологический процесс которого позволит переработать железорудное сырье на качественно новом уровне.

2. Характеристика эколого-ресурсного потенциала КМА

Курская магнитная аномалия (КМА) прослеживается по территории 9 областей РФ, имея длину 850 км при ширине до 200 км. Здесь разведано 18 месторождений железа с запасами 850 млрд. т железистых кварцитов и 80 млрд. т богатых железных руд. Указанные объемы составляют 60% запасов железных руд России или 20% мировых. В районе так же разведаны высококачественные бокситы, флюсовое и формовочное сырье, огнеупоры, стекольное сырье,

строительные материалы, цементное, агрохимическое, химическое сырье и т.д. (Геологическое строение…, 1968; Недра России 2002; Овчинников, 2001; Щеголе, 1985). По некоторым данным в зонах локализации железных руд присутствуют промышленные содержания золота, платины и платиноидов, меди, никеля, кобальта, хрома, редких и радиоактивных элементов. Район КМА является важной ссотавляющей фундамента минерально-сырьевой безопасности нашей страны.

2.1. Минеральные ресурсы КМА

По запасам полезных ископаемых КМА не имеет мировых аналогов. Лидирующее положение принадлежит запасам железных руд. Общие балансовые запасы железных руд КМА оцениваются в 44,6 млрд. т., в том числе богатых руд 26,1 млрд. т., железистых кварцитов 18,5 млрд. т.

На территории уникального месторождения обнаружены почти все типы железных руд, с содержанием железа 35-66%.

Кроме того, местные промышленные предприятия занимаются разведкой и добычей таких строительных материалов как доломиты, бокситы, апатиты, мел, цементный мергель, песок, огнеупорные глины, гранит, медно-никелевые руды. Попутно добываемые минеральные ресурсы (кристаллические сланцы, мел, глина, песок) используются всего на 17,5%. Относительно недавно были обнаружены залежи благородных и редких металлов.

Курская магнитная аномалия (КМА), занимает площадь около 120 тыс. км^2. Практический интерес с точки зрения кондиционности железных руд, представляет центральная часть территории – железорудный бассейн КМА охватывающий около 70 тыс. км^2 (рис. 2.1). В бассейне выделяется несколько железисто-кремнистых формаций: железисто-кремнистая гнейсовая, железисто-кремнистая метабазитовая, железисто-кремнистая сланцевая и железисто-кремнистая кластогенная (Овчинников, 1998; Гусельников, 1972; Щеголев,1985).

Формации генетически самостоятельны, разновозрастны, последовательно сменяют друг друга. Железисто-кремнисто-гнейсовая формация приурочена к толщам обоянской серии нижнего архея, железисто-кремнисто-метабазитовая входит в Михайловскую серию верхнего архея, железисто-кремнисто-сланцевая тесно связана с курской серией нижнего протерозоя, железисто-кремнисто-кластогенная пространственно ассоциирует с оскольской серией среднего протерозоя (Леоненко, Русинович, Чайкин,1969).

Руды железисто-кремнисто-гнейсовой формации раннего архея образуют крутопадающие невыдержанные по падению и простиранию тела часто неправильной формы, протягиваются в плане от сотен метров до 10 км, мощность изменяется от нескольких сантиметров до 35 м. По составу выделяются пироксен-магнетитовые, пироксен-амфибол-магнетитовые, реже гранат-магнетит-пироксеновые, магнетит-амфиболовые ассоциации с различными вариациями компонентов.

Руды железисто-кремнисто-метабазитовой формации Михайловской серии пользуются небольшим развитием и низкой продуктивностью. Они тяготеют в основном к амфиболитам железно-горской свиты и сланцево-гнейсовому комплексу истобнянской свиты.

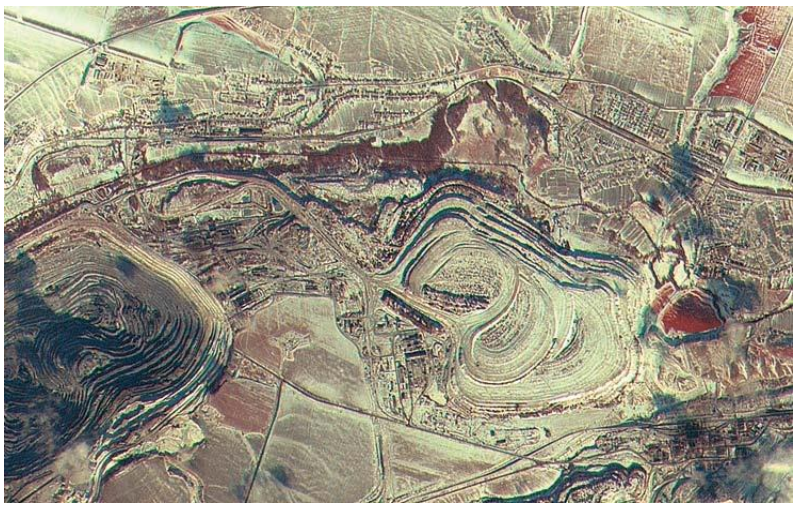

Рис.2.1. Район Курской магнитной аномалии. По данным спутника – IRS-ID. Сканирующий прибор LISS, пространственное разрешение 23 м. (http://www.transparentworld.ru/edu/atlas/problems/mining.htm.)

Состав руд амфибол-магнетитовый, амфибол-гранат-магнетитовый,биотит-магнетитовый, хлорит-магнетитовый.

Железисто-кремнисто-сланцевая формация протягивается в северо-западном направлении более чем на 550 км в виде двух аномальных полос - Щигровско-Оскольской (северо-восточная) и Михайловско-Белгородской (юго-западная). Она встречена и в других регионах. Рудные тела железистых кварцитов представлены линейно вытянутыми пластообразными, в основном крутопадающими залежами, протягивающимися по простиранию на сотни километров и имеющими значительные мощности - от 200 до 2500 м (в рудных узлах).

Железисто-кремнисто-кластогенная формация широко развита в пределах крупных синклинорных зон (Михайловская, Тим-Ястребовская, Белгородская и др.) и установлена на многих месторождениях. Сформировалась она за счет размыва и переотложения продуктов разрушения железистых кварцитов и вмещающих их пород курской серии и возможно более древних железорудных формаций, входящих в состав Обоянской и Михайловской серий.

Железисто-кремнисто-кластогенная формация залегает с угловым стратиграфическим несогласием на образованиях железисто-кремнисто-сланцевой формации. Железорудные образования формации приурочены в основном к нижним частям разреза оскольской серии, образуя пачки, линзы мощностью от первых сантиметров до 170 м. Более мощные пачки часто бывают выдержанными по латерали на первые километры. На Михайловском месторождении самый нижний железистый горизонт, залегающий с размывом и угловым несогласием на продуктивной толще курской серии, прослежен более чем на 4-5 км.

В железисто-кремнисто-кластогенной формации отчетливо проявляется седиментационная ритмичность. Размеры различных по составу обломков рудных горизонтов непостоянны и изменяются в

широких пределах. Цемент обломочных железных руд пластический и представлен серицит-кварцевой, хлорит-кварцевой и карбонат-кварцевой основной массой.

Железистые кварциты пребывали в древней зоне окисления, распространенной очень широко. Гипергенные изменения происходили с полным сохранением текстурных особенностей первичных неизмененных пород. В результате интенсивного выноса кремнезема образовались богатые остаточные руды, составляющие 95-97% выявленных запасов богатых руд бассейна. Они слагают кору древнего континентального выветривания железистых кварцитов и представляют собой конечные продукты их гипергенного изменения.

В бассейне развиты площадная и линейная коры выветривания. Залежи площадной коры выветривания преобладают на подавляющем большинстве месторождений. Они имеют горизонтальное залегание и плащеобразно покрывают выходы железистых кварцитов.

Бассейн включает в себя четыре железорудных района: Белгородский, Ново-Оскольский, Старо-Оскольский и Курско-Орловсский (рис. 2.1.1.) (Овчинников, 2001; Геологическое…, 1968).

2.1. 1. Белгородский район

Белгородский район сосредоточивает 90,5% запасов богатых руд КМА по категориям А+В+С1 и 96,9 по категориям А+В+С1+С2. В его составе уникальные по запасам и качеству богатых руд месторождения: Яковлевское, Гостищевское, Больше-Троицкое и др.. Среднее содержание железа в рудах составляет свыше 60%, при малом количестве серы и фосфора. Рудная залежь находится на значительных глубинах, допускающих только шахтную добычу. Месторождения сильно обводнены (несколько водоносных горизонтов), поэтому перед добычей требуется осушение, либо проходка стволов возможна с помощью замораживания.

Яковлевское месторождение. Расположено в 35 км к северу от

Белгорода. Включает в себя две полосы железистых кварцитов: Яковлевскую и Покровскую, залегающие в параллельных крыльях синклинальной складки. Общая протяженность синклинали превышает 70 км. Ширина синклинали в северной части 800-2000 м, на крайнем южном фланге 4500 м. В пределах детально разведанного участка по выходам железистых кварцитов ширина колеблется от 1200 до 1600 м. Рудные залежи залегают под осадочными отложениями на значительной глубине - в Яковлевской полосе 484-590 м, в Покровской - 461-509 м.

Яковлевская рудная залежь прослежена на протяжении 50 км и еще не оконтурена. При преобладающем развитии шляпообразных руд в месторождении развиты также и руды, уходящие на глубину до 300-500 м от поверхности докембрия, генетически связанные с линейной корой выветривания.

Покровская залежь прослеживается параллельно Яковлевской в 1-1,5 км. Она состоит из двух кварцитовых пачек, разделенных сланцами. Богатые железные руды образуют, таким образом, две лентообразно вытянутые залежи. Ширина восточного (нижнего) рудного пласта 50-200 м, западного (верхнего) от 250 до 400 м.

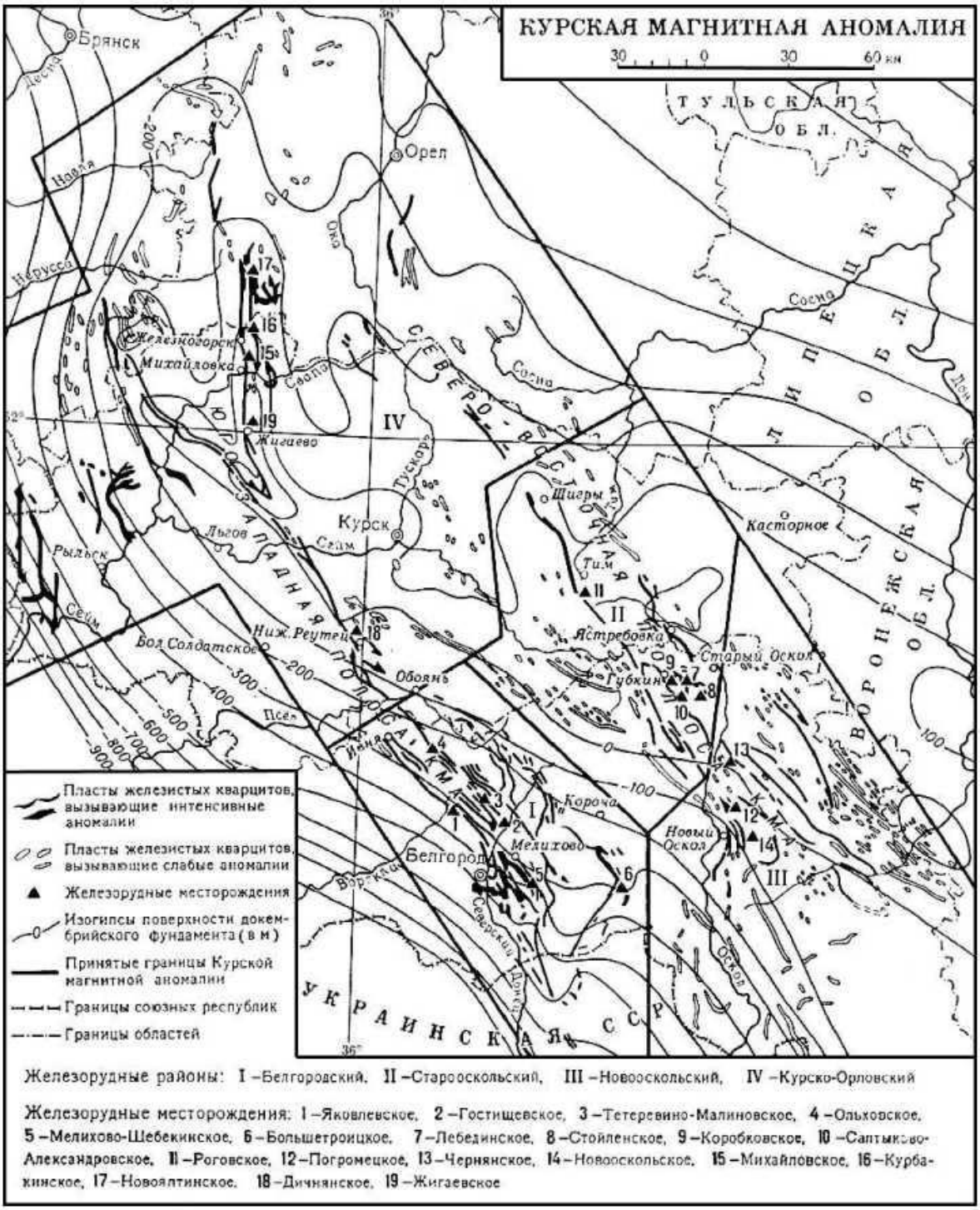

Рис.2.1.1. Принятые границы Курской Магнитной Аномалии (КМА)

На Яковлевском месторождении (как и на других) выделяются два генетических типа руд: остаточные (коренные) и осадочные (переотложенные). Первые из них главнейшие, определяющие экономическую ценность месторождения. Они представлены рыхлыми тонкопористыми разностями железнослюдкового и железнослюдково-мартитового состава. Запасы месторождения 6859 млн. т, при среднем содержании железа 60,2% (Овчинников, 1998, 2001).

Гостищевское месторождение имеет площадь 34х4 км и является наиболее крупным, из разведанных (запасы 10427,6 млн. т, с содержанием железа более 60%). Оно приурочено к Гостищевской полосе, залегающей в виде горизонтальной залежи, почти сплошным плащом покрывающей головы пластов железистых кварцитов, повторяя контур их выхода. Глубина залегания руд изменяется от 380 до 612 м.

Остаточные руды слагают около 95% объема разведанных запасов. Руды мартитовые, магнетитовые, железно-слюдково-мартитовые и др.

Больше-Троицкое месторождение расположено в 35-40 км северо-восточнее станции Шебекино (Южной железной дороги). Кварциты Больше-Троицкого месторождения отличаются большим содержанием силикатов, меньшим содержанием железной слюдки и более крупными размерами зерен и полиэдрических сростков мартита (магнетита). Установлены две рудные залежи: Больше-Троицкая и Шамраевская площадью соответственно 10,9 км^2 и 3,9 км^2. Глубина залегания руд от 461 до 531 м. Запасы около 2 млн. т при содержании железа 63,5%.

Тетеревино-Малиновское месторождение граничит на юго-западе с выше описанным Гостищевским местрождением. Руды залегают в виде узких (от 150 до 300 м) длинных горизонтальных тел (от 3 до 11 км), разделенных сланцами среднекурской свиты. Глубина

залегания руд в среднем 455 м. Прогнозные запасы по одиннадцати залежам составляют 1100 млн. т.

Ольховатское месторождение находится в 20-25 км к северо-востоку от Яковлевского. Прослеживается на протяжении 35-40 км. Делится на две части: 1) Ольховатско-Кочетовский- охватывает северную часть месторождения и представлен двумя рудными полосами, удаленными друг от друга на 500 м и протяженными на 15-16 км. Ширина полос не более 200 м, безрудная зона между ними сложена филлитовыми сланцами;

2) Грязновско-Беленихинский участок это южная половина месторождения, имеет 5-6 аномальных полос. В связи со сложно-складчатой структурой и перемежаемостью кварцитов и сланцевых пластов участок имеет сложное строение рудных залежей. Богатые руды образуют большое количество лентообразно-вытянутых залежей, перемежающихся со сланцами, которые на выходах часто превращены в бокситы и бокситовые породы. Разведано 8 железорудных и 10 сланцевых полос, ширина их меняется от 10-15 до 200 м. Преобладают рудные залежи небольшой ширины - от 10-15 до 30-50 м. Глубина залегания руд 380-440 м. Прогнозные запасы богатых руд 2,4 млрд. т.

Мелихово-Шебекинское месторождение расположено в районе южного фланга Гостищевского месторождения. Представлено тремя полосами железистых кварцитов, находящихся на расстоянии 200-300 м друг от друга и вскрыто только единичными скважинами. Рудные залежи расположены под мощной толщей фанерозоя общей мощностью от 540 до 664 м.

2.1.2 Старо-Оскольский район

Район приурочен к сводовой части Воронежской антеклизы с преобладающими отметками поверхности кристаллического фундамента от +25 до +50м на полях сланцев и от +50 до +80-100 м на выходах железистых кварцитов под осадочными породами.

В район входят месторождения: Лебединское, Стойленское, Коробковское, Салтыково-Александровское, Роговское.

Лебединское месторождение расположено в восточной части Старо-Оскольского узла аномалий и приурочено к широкому полю железистых кварцитов, слагающих периклинальную часть Тим-Ястребовского синклинория.

Месторождение подразделено на три участка: Центральный, Южно-Лебединский и Сретенский. Установлено Наиболее крупная из шести плащеобразных горизонтальных залежей остаточных богатых руд (около 3 км^2) приурочена к широкому полю железистых кварцитов Центрального участка. К северу от нее расположена Сретенская залежь площадью 547 тыс. м^2. Остальные четыре залежи находятся на Южно-Лебединском участке. Глубина залегания руд от 72 до 126 м.

Мощность руд меняется от нуля до 60 м, средние значения по различным залежам изменяются от 5 до 22 м. Руды представлены преимущественно (70%) мартитовыми и железослюдково-мартитовыми типами. Учтенные запасы по данным Л.Н.Овчинникова (2001) 201 млн. т, содержание железа 55,6%.

Стойленское месторождение сопряжено с Лебединским месторождением и приурочено к крайней юго-восточной части Старо-Оскольского узла аномалии. Выявлено 22 тела богатых железных руд. Только восемь из них имеют промышенную мощность, в двух залежах сосредоточено 97% учтенных запасов. Обе залежи имеют горизонтальное плащеобразное залегание с ровной кровлей и неровной извилистой нижней границей. Мощность руды колеблется от 1, 2 до 32 м. Глубина залегания руд от 113 до 132 м.

По литературным данным (Овчинников, 2001) остаточные (коренные) руды составляют 89% выявленных запасов. В главном распространены руды мартит-магнетитовые и мартитовые. Запасы около 160 млн. т, содержание железа 45% и больше.

Коробковское месторождение на юго-востоке граничит с Лебединским, а на юго-западе - с Салтыково-Александровским месторождением. Располагается в центральной части Старо-Оскольского узла, содержит десять горизонтальных рудных залежей площадью от 16,5 до 336,5 тыс. км^2. Подошва залежей весьма неровная с амплитудой колебаний до 30 м. Мощность руд от 1, 2 до 57 м, средняя по различным залежам от 6 до 29 м. Глубина залегания руд от 79 до 137 м. По опубликованным данным (Овчинников, 2001) остаточные руды составляют около 85% от общего объема запасов. Запасы 1082 млн. т.

Салтыково-Александровское месторождение имеет форму узкой (до 1-1,5 км) полосы северо-западного простирания, прослеживающейся на протяжении 45 км. В северной части граничит с Коробковским месторождением.

Мощность руды изменяется от 2-3 до 55 м при среднем значении по различным залежам от 5 до 30 м. Глубина залегания руд колеблется от 58 до 192 м., средняя 119м. Остаточные руды, главным образом мартитовые составляют около 95% объема выявленных запасов. Запасы богатых руд несколько более 150 млн. т.

Роговское месторождение приурочено к Тим-Панковской полосе железистых кварцитов. Богатые железные руды залегают в виде сильно вытянутой горизонтальной залежи длиной 17 км и шириной до 400 м. Запасы 29 млн. т, содержание железа 55%. В северной части месторождения вскрыта рудная залежь на глубине 168 м мощностью до 27 м (средняя 12,6 м). В южной части месторождения по данным четырех скважин вторая залежь имеет среднюю мощность 9 м, глубину залегания 165 м. Среднее содержание железа 58,3%, прогнозные запасы руд 66 млн. т (Овчинников, 2001, Гусельников, 1972; Щеголев,1985).

2.1. 3. Ново-Оскольский район

Погромецкое месторождение находится в 5-6 км от станции Новый Оскол. Приурочено к массиву железистых кварцитов на юго-

восточном продолжении Осколец-Огибнянской аномалии. Богатые железные руды образуют две плащеобразные горизонтальные залежи — западную и восточную, вытянутые в северо-западном направлении. Западная залежь имеет площадь около 4 км^2 и глубину залегания 195 м. Мощность руд изменяется от 4,7 до 52,8 м, средняя 17,3 м. Восточная залежь отделена от западной гребнем железистых кварцитов шириной от 200 до 1000 м. Ее площадь 2,7 км^2 и глубина залегания 217 м. Мощность залежи до 41 м, средняя 13,6 м.

Остаточные руды полностью слагают обе залежи и представлены преимущественно железнослюдково-мартитовым и мартитовым типами. Прослои сланцев в руде составляют около 4,5%, их мощность обычно не превышает 2-3 м. Преимущественное распространение на месторождении имеют плотные (скальные) интенсивно сидеритизированные руды, составляющие около 70% объема западной и 76% восточной залежей. Запасы 7387,1 млн. т, содержание железа 33,9%

Чернянское месторождение разведано в 4 км к северо-востоку от райцентра Чернянка. Входит в Салтыковскую синклинальную зону. Имеет пять залежей богатых железных руд, горизонтально покрывающих выступы железистых кварцитов. Их параметры: Центральной - длина 3100 м, ширина 900-1100 м, средняя мощность 16 м. Западной - 2100, 100-150 и 19,9, Северной - 950, 550, 12,1, Восточной - 3100, 1-350, 14,4 и Южной - 850, 500, 17,8 м. Глубина залегания меняется от 136 до 200 м.

Железистые кварциты на месторождении отличаются весьма большой степенью проявления щелочного метасоматоза. Среди железистых кварцитов встречаются биотитовые, амфиболовые сланцы и эгириниты. Развиты субпослойные, редко секущие титаноносные дайки карбонат-биотитового состава.

Запасы руд 217,9 млн. т, выделены руды: карбонатные (плотные) 47,2 млн. т, слабо карбонатизированные (рыхлые и полурыхлые) -53,8

млн. т и титанистые - 38 млн. т (Овчинников, 1998; Щеголев,1985).

2.1.4. Курско-Орловский район

Описываемый район расположен в пределах сводовой и присводовой частей Воронежской антеклизы с абсолютными отметками поверхности докембрия от -100 до 0,0 м на полях распространения сланцев и от +50 до +100м на выходах железистых кварцитов. В районе разведано пять месторождений.

Михайловское месторождение находится в 100 км на северо-запад от Курска. Представлено двумя плащеобразными залежами богатых железных руд: Веретенинской и Остаповской. Соответсвеноо у первой зафиксирована протяженность 8,6 км, у второй - 1,7 км при ширине 2,5-3 км и 0,6-1,5 км и средней мощности 13,0 и 9,5 м (рис. 2.2.). Остаточные руды занимают 83% запасов, представленных мощностью (рис.2.2.).

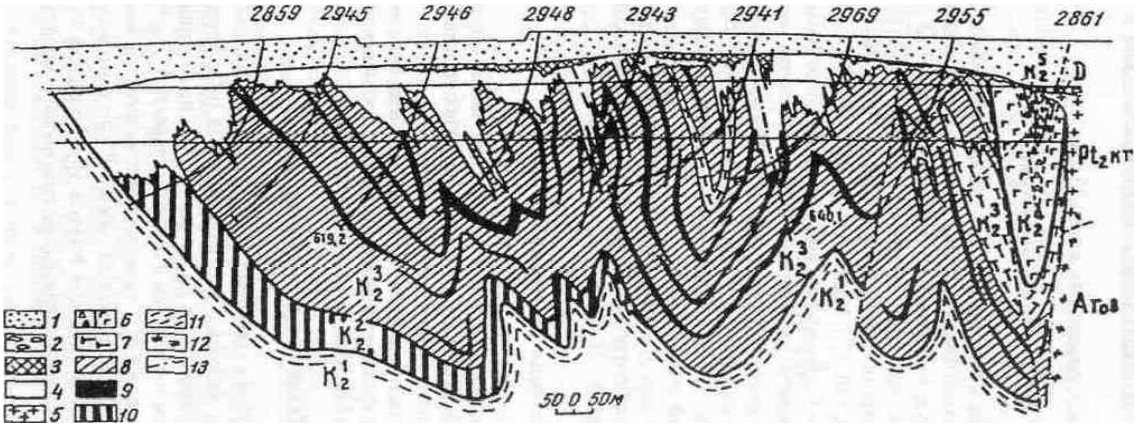

Рис.2.2. Михайловское месторождение. Поперечный разрез (Гусельников, 1972).

1 - осадочная толща (палеозой и мезо-кайнозой); 2 - конгломераты (девон); 3 - богатые железные руды остаточного типа; 4 -окисленные железистые кварциты; 5 - кварцевые порфиры курбакинской свиты; 6 - брекчиевидные и линейно-полосчатые итабириты; 7 - джеспилиты магнетито-железнослюдковые; 8 - железнослюдково-магнетитовые джеспилиты; 9 - биотито-магнетитовые и магнетитовые джеспилиты; 10 - карбонатные такониты; 11 - подстилающие и покрывающие сланцы курской серии; 12 - гнейсы; 13 - разрывные нарушения

железослюдково-мартитовым и железослюдковым типами. У западного контакта железистых кварцитов со сланцами вскрыта крутопадающая залежь карбонатно-мартитовых руд линейной коры выветривания 15 м,

она прослежена по паденнию на 150 м от погребенной поверхности железистых кварцитов и по простиранию на 250 м.

На месторождении есть гематито-магнетитовые руды гидротермального происхождения в виде согласных с железистыми кварцитами крутопадающих тел. Глубина залегания изменяется от 40 до 180 м. Запасы богатых руд месторождения 426,7 млн. т, среднее содержание железа 54,9%. запасы железистых кварцитов с содержанием железа 38,8% 9318,6 млн. т .

Курбакинское месторождение удалено от Михайловского месторождения на 3 км. Согласно опубликованным данным Л.Н. Овчинникова (2001) богатые руды лежат в виде горизонтальной залежи, плащеобразно покрывающей кварцитовый выступ (длина 15 км, а ширина до 800 м). Аналогично рудным залежам выше описанного Михайловского месторождения Курбакинская залежь изобилует большим числом значительных по размерам безрудных окон, разбивающих рудную зону на восемь разобщенных руднх тел площадью от 0,069 до 1,040 км^2. Мощность залежей богатых руд колеблется от нескольких сантиметров до 37 м, а в среднем составляет 9,9 м. Глубина залегания руд от 80 до 180 м, в среднем 130 м. Запасы богатых руд 205,5 млн. т.

Ново-Ялтинское месторождение расположено в 1 км на северо-восток от г. Железногорска и приурочено к северной части Михайловской синклинальной структуры. Установлены две горизонтально залегающих плащеобразных залежи богатых железных руд — Ново-Ялтинская и Лубянская, сложенных почти исключительно остаточными железослюдково-мартитовыми и мартитовыми рудами. Рыхлые и слабо сцементированные руды составляют около 88% разведанных запасов. Богатые руды этого месторождения близки по химическому составу рудам Михайловского и Курбакинского месторождений. Глубина залегания руд 217-222 м. Запасы 297,8 млн. т,

содержание железа 55,8-59,4%.

Дичнянко-Реутецкое месторождение находится в 30 км к северо-западу от Обояни. Богатые железные руды залегают залегают непосредственно на окисленных железистых кварцитах на глубинах 225-235 м на севере и 285-295 м на юге месторождения в виде пластообразной залежи протяженностью 6,5 км и шириной до 500 м, мощность составляет 19 м. Запасы 146,9 млн. т, содержание железа 45-50%.

Жигаевское месторождение расположено в 15 км южнее Михайловского, где рудные тела представлены семью близко расположенными мелкими залежами остаточных руд. Мощность залежей в среднем равна 5,1 м. Площадь отдельных тел от 15 до 253 тыс. м^2. Запасы 9,6 млн. т. Глубина залегания колеблется от 83 до 118 м, в среднем 99 м (Перспективная оценка…, 1977).

Таким образом, степень обеспеченности региона запасами минеральных ресурсов железных руд, необходимых для развития человеческого сообщества, не имеет мировых аналогов.

Стремительное освоение минерально-ресурсного потенциала региона позволяет решать важные социально-экономические задачи, стоящие перед населением России. Однако интенсивное изъятие минеральных ресурсов как в районе КМА, так и на большинстве месторождений России провоцирует изменение экологических функций литосферы на региональном уровне.

Как правило, обостряются и проблемы обеспеченности населения региона кондиционными ресурсами подземных вод, а так же почвенными ресурсами.

2.2. Ресурсы подземных вод КМА

Исходя из структуры ресурсной экологической функции литосферы (Трофимов, 2002), подземные воды являются как

необходимым фактором для жизни биоты, так и важнейшим минеральным ресурсом необходимым для развития человеческого сообщества как социальной структуры.

Значительный вклад в изучение ресурсов и режима подземных вод КМА внес А.А. Дубянский, С.Н. Никитин, Н.А. Соколов, А.Я. Смирнова, А.И. Бородкин, Н.А. Плотниковым, К.И. Маковым, В.Д. Бабушкиным, В. А. Мироненко и др.

Горнопромышленная территория КМА в схеме гидрогеологического районирования Русской платформы расположена на стыке двух крупных артезианских бассейнов: Московского и Донецко-Донского. Центральная часть территории, совпадающая со сводом Воронежской антеклизы, находится в области питания артезианских бассейнов, от которой крутое, юго-западное, погружение водоносных горизонтов переходит в северную краевую зону Донецко-Донского, а пологое, северное и северо-восточное - в зону Московского артезианского бассейна (Смирнова, 2003).

Как было указано выше (разд. 2.1.), на территории КМА выделяют три наиболее крупных группы эксплуатируемых месторождений железных руд: Старооскольскую, Курско-Орловскую, Белгородскую. Именно на их территории в максимальном объеме используются ресурсы подземные вод для хозяйственно-питьевых целей.

В Старооскольском железорудном районе, основными потребителями воды являются:

- г. Губкин с предприятиями (Лебединский ГОК; комбинат КМА-руда, Губкинский свинокомплекс и др.),
- г. Старый Оскол с предприятиями (Старооскольский электрометаллургический комбинат Стойленский ГОК).

Хозяйственно-питьевое и техническое водоснабжения селитебных районов и промышленных предприятий основывается как на ресурсах

подземные, так и поверхностные воды.

Ресурсы подземных вод, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения, базируются на эксплуатации альб-сеноманского водоносного горизонта мелового возраста на водозаборах: Гумны, Воротниковский, Ильинский, Незнамовский, Старый парк, Теплый колодец, ряд других. По Старооскольскому железорудному району суммарный водоотбор подземных вод достигает 350 тыс. $м^3$/сут. Вода используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения (120,6 тыс. $м^3$/сут), технического водоснабжения (106,4 тыс. $м^3$/сут), прямой сброс дренажных вод в поверхностные водотоки составляет 113 тыс. $м^3$/сут.

Для технического водоснабжения горнорудных предприятий района из Старооскольского водохранилища ежесуточно забирается 105 тыс. $м^3$ свежей воды.

Перспективы водоснабжения основных железорудных районов КМА имеют разнообразный характер.

По данным многолетнего опыта эксплуатации месторождений, при переоценке запасов вод Лебединского месторождения подсчитаны эксплуатационные запасы дренажных вод для технических целей. Это один из первых опытов в практике работ по оценке эксплуатационных запасов подземных вод. Государственной комиссией по утверждению запасов (ГКЗ) СССР утверждены их балансовые запасы (175 тыс. $м^3$/сут). По данным института "Центргипроруда", потребность Лебединского ГОКа в технической воде на 2005 г. составит 270 тыс. $м^3$/сут. Он будет в большей степени обеспечиваться утвержденными запасами дренажных вод, а дефицит - поверхностными водами Старооскольского водохранилища. Оценка и утверждение запасов дренажных вод обеспечивают их рациональное использование в напряженном по водообеспечению Старооскольском железорудном районе КМА.

Для водоснабжения г. Белгорода используются подземные воды турон-маастрихтского водоносного горизонта верхнего мела, приуроченного к трещиноватым меловым породам и мергелям. Водоотбор осуществляется сосредоточенными водозаборами и одиночными скважинами. К настоящему времени суммарный водоотбор достиг 135 тыс. м^3/сут. Эксплуатируемый водоносный горизонт находится в зоне интенсивного водообмена. Подземные воды его имеют тесную гидравлическую связь с поверхностными водами. Депрессионные воронки от работы водозаборов носят локальный характер и большей частью не взаимодействуют Друг с другом. Водоснабжение г. Белгорода обеспечено утвержденными ГКЗ СССР запасами подземных вод. В перспективе потребность города возрастет до 350 тыс. м^3/сут. Для покрытия перспективной потребности в хозяйственно-питьевой воде в настоящее время выполняется переоценка запасов по действующим водозаборам и разведка подземных вод на новых участках (Смирнова, 2003).

В результате ежесуточного сброса (до 100 тыс. м^3) дренажных вод из трех действующих карьеров (Михайловский, Лебединский, Стойленский), достигших глубиной отметки до 300 м, на территории прилегающих областей (Орловская, Брянская, Сумская, Воронежская) в подземных водоносных горизонтах образовались депрессионные воронки (пустоты), понизился уровень подземных вод, что в свою очередь приводит к изменению геодинамических условий, дефициту ресурсов подземных вод в регионе и изменению их качеста (Тарасов, 1987; Смирнова, Умнякова, Лазаренко, 1985; Смирнова, Бородкин, 2003).

Развитие железорудной и металлургической промышленности вызывает значительное развитие других отраслей промышленности на территории КМА и рост численности городского населения. В недалеком будущем будет разрабатываться Яковлевское и другие

месторождения. Следовательно, количество отбираемых подземных вод за счет увеличения действующих водопонизительных и водозаборных систем будет непрерывно возрастать (Смирнова, 2003).

Таким образом, несмотря на значительное количество разведанных эксплуатационных запасов подземных вод, по отдельным городам отмечается их значительный дефицит (Белгород, Курчатов). Дефицит в техническом водоснабжении КМА частично можно восполнять не только за счет дополнительной разведки подземных вод, но также благодаря повторному использованию дренажных вод с карьеров.

2.3. Почвенные ресурсы КМА

Район КМА расположен в пределах двух природных зон – лесостепи и степи. *Черноземы типичные* – являются самыми распространенными в районе и занимают более 35% территории наиценнейший природный ресурс для существования фитоценозов **(**Ахтырцев, Адерихин, Ахтырцев, 1981**;** Ахтырцев , Соловченко, 1984)

В зависимости от вариаций процентного содержания гумуса в верхнем почвенном горизонте черноземы подразделяются на:

- слабогумусированные (менее 4%);
- малогумусные (4 - 6%);
- среднегумусные (6 - 9%),
- высокогумусные или тучные (более 9%).

По содержанию карбонатов выделяются: черноземы оподзоленные, выщелоченные, типичные, обыкновенные и остаточно-карбонатные. Первые характеризуется наличием белесой присыпки в нижней части гумусового слоя, переходный горизонт несет черты горизонта вмывания. Во вторых - карбонатные выделения находятся в нижней части горизонта вмывания. В обыкновенных черноземах в отличие от предыдущего вида щебень меловых пород распространен не только по всему горизонту вмывания, но наблюдается и в гумусовом

слое. Наконец, последний тип самых плодородных почв - встречается на выходах меловых пород. Карбонаты здесь охватывают весь профиль чернозема, и, если в первых четырех типах почв реакция среды нейтральная, то в этом она щелочная.

Лесные почвы занимают порядка 15% всей площади области и делятся на серые и темно-серые. Основными составляющими их профилей считаются лесная подстилка, гумусовый горизонт, горизонт вмывания с пятнами горизонта вымывания, горизонт вмывания и материнская порода.

На образование лугово-черноземных и черноземно-луговых почв существенно влияют грунтовые воды, поэтому обычное их местонахождение на террасах и в поймах рек. Для этих видов земель характерен процесс оглеения и повышенное содержание гумуса. Кроме того, известны *пойменные луговые и пойменные лугово-болотные почвы*. Они так же распространены в поймах рек, но в более влажных условиях. Для оврагов характерны *дерново-намытые почвы*. В дождливые периоды сюда намывает гумусированный материал, образуя тем самым погребенные гумусовые горизонты, либо аномально большие его мощности. Бедные на элементы питания песчаные почвы не пригодны для хозяйственных нужд, да и встречаются на территории региона крайне редко. Низким плодородием отличаются *солонцы и солоди.* Из-за большого содержания в них натрия структура почвы такова, что в период дождей она становятся вязкой, а при высыхании она затвердевает. К тому же этот химический элемент обуславливает высокую щелочную реакцию среды.

По характеру почвенного покрова территорию районируют на три части: западную лесостепную, центральную и восточную лесостепную, юго-восточную степную. Первый район богат типичными и выщелоченными черноземами. В общем, на их долю приходится более 50%. В остальном это оподзоленные и балочные почвы. Центральная и

восточная лесостепная часть района расположена на возвышенности и расчленена овражно-балочной сетью, процент выщелоченных и типичных черноземов уменьшается, а площадь других видов почв увеличивается. Кроме того, в этом районе 3% территории занимают солонцеватые черноземы и 6% остаточно-карбонатные. В юго-восточной степной части района распространен чернозем всех типов. Мощность гумуса в его профиле от 60 до 70 см.

Процентное содержание этого слоя – 6,0 – 7,5%. Типичные черноземы характерны для пологих склонов, а остаточно-карбонатные – для крутых. Изредка в этом районе можно встретить солонцы.

За счет наличия в почвенном покрове гумуса и микроэлементов и благоприятных физических свойств почв район обладает *высоким ресурсным потенциалом плодородия.* Поэтому район КМА, является одним из ведущих в РФ по биологической продуктивности разноплановой сельскохозяйственной продукции. Так, например, продукция аграрно-промышленного комплекса Белгородской области (где сосредоточено 80% месторождений КМА), имеет больший вес, чем продукция добывающей промышленности.

Однако, настоящее время для нужд горнообогатительных комбинатов КМА из землепользования только двух областей (Курской и Белгородской) изъято около 30 тыс. га ценнейших черноземов и серых лесных почв, разрушены тысячелетиями создаваемые биоценозы, на дневную поверхность ежегодно извлекается до 100 млн. $м^3$ вскрышных пород различного возраста и химического состава.

В 1900-1905 г.г. мощность черноземов типичных на КМА достигала 2 и более м, а содержание в них гумуса превышало 16%. К началу промышленного освоения района из-за нарушения агротехнологии содержание гумуса в почвах было снижено до 6-8%. В настоящий период содержание гумуса в черноземах типичных не превышает 6-8%, а в серых лесных почвах – 1,7-2,5% (Косинова,

Зинкевич, 1997; Щербаков, 1985; Экологический информационный…. 1995-1997).

При этом, существует тенденция к сокращению площадей пахотных земель, уменьшению мощности почвенного слоя, снижению в них гумуса и обогащений почв ТМ.

Работами НИИКМА доказано, что сегодня опасно для здоровья человека использовать в рационе питания продукты животноводства, полученные на фураже, заготовленном в радиусе до 5-7 км от карьеров. Не рекомендуется также употреблять в пищу зерновые культуры, выращенные на землях в радиусе до 15-17 км от источника пылевыбросов.

3. Эколого-геодинамические особенности района КМА

Специфика эколого-геодинамических условий КМА в настоящее время обусловлена интенсивным развитием в регионе горнодобывающей промышленности, усиливающей, в значительной мере, энергетику рельефа. В регионе ежегодно выдается «на-гора» более 170 млн. т руды и околорудных пород. Только один Лебединский ГОК ежесуточно добывает около 300 тыс. т горной массы. Количество отходов при обогащении руды составляет около 60 %, а с учетом металлургического передела достигает 80 %. Учитывая объем попутно добываемой «пустой» породы, получаем, что утилизация всей извлекаемой горной массы в районе не превышает 10%.

В связи с этим к настоящему времени на территории накоплено около 1,5 млрд. $м^3$ вскрышных пород и отходов обогащения, складированных в отвалы и хвостохранилища.

Горнодобывающая отрасль является важнейшим фактором современного рельефообразования территории КМА, так как в процессе деятельности ГОКов существенно изменяется естественный рельеф, возникают новые специфические формы (карьеры, отвалы и т. д.) и

исчезают природные формы: овраги, балки, долины малых рек и другие понижения рельефа, в которых создаются хвосто-хранилища (Грачев Лог, Березовый Лог, р. Чуфичка и др.). Техногенные формы рельефа сопоставимы с естественными оврагами, балками, карстовыми полостями, дюнами и даже превосходят их. Так, глубина Лебединского и Стойленского карьеров достигает соответственно 350 и 200 м, а их площади составляют 10 и 7 км^2 (Косинова, Вахтангова, 1985-1987; Косинова, Барабошкина, 2005).

3.1. Экзогеодинамические процессы и их экологические последствия

Изменения приповерхностной части литосферы на территории КМА сравнимы по масштабам с природными геологическими процессами. Техногенно-трансформированные территории по аналогии с природными экзогенными процессами можно подразделить на территории техногенной (1) осадконакопления насыпного и намывного типа (отвалы, хвостохранилища); (2) эрозии (карьеры); (3) выравнивания (городская застройка, промышленные зоны);

Постоянное поступление дополнительных объемов материала с обогатительной фабрики препятствует укоренению фитоценозов и расселению живых организмов.

(1) Обстановка *техногенного осадконакопление* формируется на обширных участках складирования вскрышных пород и приводит к уничтожению почв и растительности, а нередко и части поверхностной гидросферы.

Специфика эколого-геологических особенностей районов отвалов определяются техногенными формами рельефа, не встречающимися в естественных условиях, отсутствием почвы, кардинальным отличием вещественного состава пород отвалов от типичных для данного района почвообразующих пород.

Высота отвалов колеблется от 60 до 100 м. Вследствие этого

уровень трансформации рельефа в районе достигает уже почти полкилометра.

Помимо изменения первичной структуры литосферы с нарушением массивов горных пород, их изъятием вместе с рудной массой, при разработке открытым способом нарушается целостность почвенно-растительного слоя. Он полностью снят в контурах карьеров или погребен под отвалами и хвостохранилищами. Так, площадь зоны прямого нарушения земель карьерами и шахтами в районе Лебединского и Стойленского месторождений составляет около 170 км^2. Суммарная площадь земель, занятых отвалами и хвостохранилищами, достигает 85 км^2.

(2) *Техногенная эрозия*, обусловлена выемкой вскрышных пород и полезных ископаемых, приводит к полному изменению компонентов ЭГС*, и в первую очередь условий залегания пород, разрушением почвенного и растительного покрова. Следует подчеркнуть, что процесс формирования земной поверхности начинается заново со стадии выветривания пород докембрийского фундамента, но происходит он в техногенно-измененных условиях. В первую очередь к ним относится площадь железорудных карьеров, в которых все компоненты природной ЭГС полностью разрушены, а уровень подземных вод вследствие осушения карьера сильно понижен (Косинова, 1996; 1998а; 1998б; 1998с).

Вынесенные на дневную поверхность породы – являются неустойчивыми к воздействию природно-климатических факторов, что приводит к активизации эрозийных процессов (смыв пород с поверхности отвалов достигает 800-1000 м^3; *дефляционные процессы*

**Эколого-геологическая система – определенный объем литосферы как геологический компонент природной среды с находящейся в ней и на ней биотой и включающей в себя три подсистемных блока – литосферный (абиотический), биоту (биотический) и источников воздействия техногенного и природного происхождения(Экологические функции…, 2000).*

переносят около 300 м^3 пород с площади 1 га.

Процесс обогащения железной руды ведет к формированию массивов техногенных грунтов – хвостохранилищ, объем которых достигает свыше 500 млн. м^3, занимаемых около двух тыс. га земельных угодий. Их можно назвать "мертвые поля" так, как на поверхности хвостохранилищ не произрастают растения, собственно отсутствуют простейшие зооценозы. В условиях жаркого и сухого лета дефляционные процессы достигают до 1000 м^3/га с пляжных зон хвостохранилищ КМА.

Распыление руды из открытых складов наблюдается в радиусе I км, а пыление хвостохранилищ и отвалов достигает десятков километров. Сухие вскрышные породы, особенно мел и песок, подвержены ветровой эрозии, и во время сильных ветров пыль вскрышных пород разносится на значительные расстояния. Значительное загрязнение воздушного бассейна происходит от хвостохранилищ. В процессе эксплуатации хвостохранилищ на их поверхности образуются так называемые «сухие пляжи», занимающие 25 % площади и длительное время остающиеся эрозионно-опасными. Сухая поверхность хвостохранилищ даже при незначительных скоростях ветра служит источником пылеразноса. Что является фактором риска развития бронхолегочных заболеваний у рабочих, нарушения процесса фотосинтеза у растительности, произрастающей в зоне воздействия пылевого разноса.

(3) *Техногенное выравнивание* с целью уменьшения дифференциации рельефа, близко процессу естественной пенепленизации, однако, в случае нарушения естественного стока и в целом гидрологического и гидродинамического равновесия создает напряженную обстановку в пределах данных территорий. Под отвалы и хвостохранилища уже почти полностью использованы неудобья

(овражно-балочная сеть, пойменные участки). Наиболее типичным для таких участков является прогрессирующее подтопление местности.

При бурении огромного числа поисково-разведочных скважин и проходке горных выработок нарушается первичная структура поверхностного слоя земной коры района с образованием своего рода техногенных зон под территорией промышленного освоения месторождений.

Так, например, в результате многолетней деятельности шахты им. Губкина образовано около 40 млн. $м^3$ пустот в виде отработанных камер и прилегающих к ним выработок. Кроме того, значительное число подземных выработок пройдено с целью дренажа Лебединского и Стойленского карьеров. В перспективе в контурах указанных техногенных зон следует ожидать ответной геодинамической реакции с осыпанием, обваливанием и обрушением бортов карьеров и откосов отвалов, оползнями и провалами земной поверхности.

3.2.Гидрогеодинамические процессы и их экологические последствия

Процесс принудительного осушения железорудных месторождений, не имеет природных агналогов. Он осуществляется с помощью дренажных сооружений или открытым водоотливом из карьеров через земснаряд (Бочаров, Косинова, 1994, 1995).

С начала 60-х годов на территории КМА, в том числе и в районе Михайловского железорудного месторождения, были начаты систематические работы по изучению режима подземных вод. В процессе их составлялись ежегодники, в которых нашло отражение изменение гидрогеологических условий территории во времени в связи с комплексом осушительных мероприятий. С 1974 по 1995 гг. режимные наблюдения, а также работы по контролю за охраной подземных вод от истощения и загрязнения Курской области регулярно проводила гидрорежимная партия ГГП “Югозапгеология”, а начиная с 1995 г. их

проводит Курское региональное территориальное управление геологии и использования недр.

Интенсивное нарушение режима подземных вод и их химизма отмечено в Губкинско-Стойленском районе КМА. Через два года после начала строительства (1956) Лебединского карьера радиус депрессионной воронки распространился по маастрихт-туронскому водоносному горизонту более чем на 1,5 км, а уровень воды в сеноман-альбском водоносном горизонте в долине р. Осколец был снижен на 5 м по отношению к естественному уровню. К концу 1961 г. общий приток воды в карьер составил 2800 м^3/ч; депрессионная воронка вокруг карьера сомкнулась с депрессионной воронкой шахты им. Губкина. В 1965 г. общий приток в карьер достиг 4500 м^3/ч. Как следствие, в районе долины р. Осколец уровни воды мелового водоносного горизонта были снижены на 20 — 25 м, а инфильтрация воды на русловой зоне р. Осколец в карьер достигла 1500 м^3/ч. (Бурмистров, 1969; Гальперин, 2006)

Зона инфильтрации речных вод распространилась вдоль русла реки на 10 км. Радиус депрессионной воронки по меловому водоносному горизонту распространился в северном направлении от карьера на 7,5 км, в южном — на 10 км. Нижнепротерозойский водоносный горизонт был захвачен депрессионной воронкой в радиусе до 20 км в северном направлении от карьера и до 10 км — в южном.

Строительство Стойленского карьера на первом этапе осуществлялось в практически обезвоженных породах и до 1964 г. водопритоки в карьер не превышали 300 м^3/ч. После ввода в строй водопонизительной системы водослив из карьера увеличился до 1200 м^3/ч (1965 г.).

С декабря 1964 г. по декабрь 1965 г. радиус зоны осушения расширился до 10 км с понижением уровня подземных вод в карьере

ЛГОКа на 93 м. (Ермолов, 1973). В 1988-1990 г.г. водопритоки в карьер ЛГОКа и СГОКа стабилизировались соответственно на уровнях 6,0-6,1 тыс. $м^3$/час и 5,1-5,2 тыс. $м^3$/час. Радиус зоны нарушения режима подземных вод составил около 6 тыс. $км^2$ по верхнему и 20 тыс. $км^2$ по нижнему водоносным горизонтам. К 1997 г. в балке Чуфичевой, заполняемой хвостами обогащения, образовался купол растекания грязных технических вод с потерями на инфильтрацию до 7-8 тыс. $м^3$/час.

Река Осколец в данный период из зоны разгрузки подземных вод (поступление воды 10-15 л/с на 1 км русла) превратилась в зону питания надъюрского водоносного горизонта с потерями на инфильтрацию более 60 л/с на 1 км русла. Полностью прекратился поверхностный сток левого притока р. Осколец, руч. Теплый Колодезь. Последний в межень имел расход до 110 л/с, а в его верховьях существовал родник с дебитом 35 л/с. В настоящее время р. Осколец и Чуфичка превратились в техногенные и существуют за счет сброса в них сточных и технических вод. Среднегодовой сток р. Осколец снизился в 2 раза по отношению к природному. Среднегодовой сток р. Чуфички увеличился в 2 раза за счет инфильтрации технических грязных вод из хвостохранилищ.

Режим подземных вод района разработок нарушен по верхнему водоносному горизонту в радиусе 40 км, по докембрийскому — в радиусе до 80 км (Гальперин, 2006).

С юга и севера депрессионную воронку окаймляют "купола растекания", т. е. площадь с повышенным уровнем подземных вод. Южный "купол растекания" образовался за счет инфильтрации воды из созданных хвостохранилищ Лебединского, Стойленского ГОКов, гидроотвала "Березовый лог" (рис. 3.1.).

Повышение уровней подземных вод к северу от депрессионной воронки объясняется созданием Старооскольского водохранилища на р. Оскол, которое вызвало значительный подпор подземных вод и

изменило гидродинамическую обстановку в районе "купола растекания" Лебединского ГОКа. Водоприток в карьере значительно увеличился (Смирнова, 2003).

Изменение уровня подземных вод в первую очередь провоцирует снижение комфортности проживания населения по степени обеспеченности ресурсами питьевых вод, а так же нарушает степень влагообеспенности корневой системы наземной растительности и инициирует смену фитоценозов. В зонах, захваченных депрессионной воронкой, отмечается снижение урожайности сельхозкультур на 10-60% и усыхание древесной растительности.

Техногенная интенсификация экзогеодинамических и гидрогеодинамических процессов является инициирующим фактором трансформации как эколого-ресурсных, так и эколого-геохимических условий района КМА.

4. Эколого-геохимические особенности района КМА

Подземные воды района до нарушения их режима полностью отвечали требованиям ГОСТ 2874-82 и СанПиН 2.1.4.1074-01, «Питьевая вода». В настоящий период общая минерализация подземных вод увеличилась в 3 раза, содержание сульфатов в 5-6 раз. В питьевой воде г.г. Ст. Оскола и Губкина в отдельных пробах установлено присутствие до 6 ПДК железа, до 1,5 ПДК марганца, до 3 ПДК солей ТМ, а так же в них присутствуют азот аммонийный, нитраты, нитриты, ТМ, техногенная органика и нефтепродукты. В 23,7% проб отмечается микробное загрязнение (Бочаров, Косинова, Селезнев, 1994;.

Техногенными факторомы, определяющими эколого-геохимические условия в районе КМА на современном природно-техногенном этапе формирования ЭФЛ, является (1) беспрецедентная механическая миграция вещества (см. раздел 3), и (2) полностью

реализуемый горно-металлургический цикл производства.

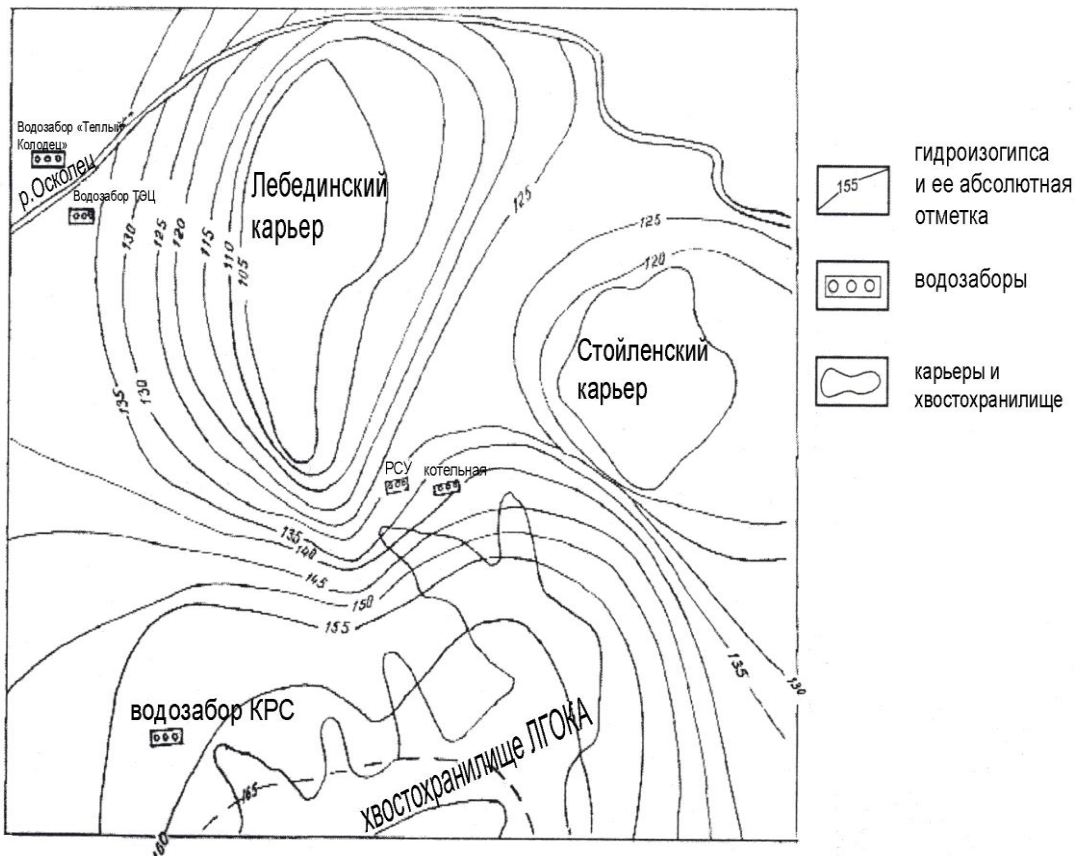

Рис. 3.1. Гидродинамическая схема альб-сеноманского водоносного горизонта в районе Лебединского ГОКА (Смирнова, 2003 - по материалам "Кма-руда").

На территории действующих горнорудных предприятий КМА наиболее весомым фактором загрязнения наземных биотических и абиотических компонентов эколого-геологической системы являются периодически осуществляемые массовые взрывы в карьерах с мощностью заряда более 400 т взрывчатых веществ. Они выбрасывают в атмосферу мелкодисперсную пыль и газы. Средние многолетние газопылевые выбросы Лебединского и Стойленского ГОКов оцениваются примерно в 30 тыс. т в год.

Что, в целом сопоставимо с объемм выбросов с ОЭМК, цементного завода и других предприятий Губкинско-Старооскольского района, которые составляют 58 тыс. т в год.

Установлено, что при массовом взрыве основное количество пыли и газов объемом 15-20 млн. $м^3$ выбрасывается на высоту до 300 м и распространяется далеко за контуры карьеров. За их пределами через 15 ч после взрыва в радиусе до 4 км концентрация пыли превышает ПДК в 2-10 раз, CO - в 2-5 раз, NO - в 1,5-2 раза, а примерный радиус устойчивой зоны запыленности воздуха в контуре 1 ПДК достигает 20-30 км.

Вторым фактором, изменяющим эколого-геохимические условия района, является нарушение геодинамического режима подземных и поверхностных вод, о чем говорилось выше.

Наличие на территории региональной депрессионной воронки провоцирует подпитку подземных водоносных горизонтов загрязненными поверхностными водами. Естественного очищения их при фильтрации не происходит, так как фильтрующие породы сами загрязнены. Кроме того, развитие депрессионной воронки приводит к появлению в эксплуатируемом альб-сеноманском и других водоносных горизонтах, а также в породах верхнего водоупора окислительной обстановки, в условиях которой начинают окисляться ОВ и сульфиды.

Вследствие этого в подземных водах появляются дополнительные концентрации железа и некоторых рудных элементов (в том числе урана), образуются сульфаты, снижается pH, повышается агрессивность. Так, в зоне влияния Лебединского и Стойленского карьеров общая минерализация подземных вод увеличилась в 2,5-3 раза, а содержание сульфат-иона - в 5-6 раз. В подземных водах появились тяжелые металлы, а также такие индикаторы техногенного загрязнения, как нитраты и нитриты. В зоне воздействия ОЭМК отмечается защелачивание подземных вод, обусловленное высокими техногенными концентрациями хлора, натрия и калия (Недра России, 2002).

Наряду с дренажными водами выработок весьма важную роль в качестве очагов загрязнения подземных вод и почв играют хвостохранилища. В хвостах, по сравнению с исходным сырьем, увеличивается удельная поверхность и коэффициент фильтрации (в 10-100 раз). Кроме того, жидкая фаза пульпы в хвостохранилища содержит значительные количества свободного кислорода и углекислого газа, чем подземные воды. Указанные факторы создают исключительно благоприятные условия для интенсивного выщелачивания хвостов с переводом в жидкую фазу значительного числа химических элементов и их соединений. Так, осветленные воды хвостохранилища Лебединского ГОКа гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридном кальций-натрий-калиевом химическом состава и минерализации свыше 1 г/л содержат литий, стронций, медь, марганец и титан в количествах, на порядок и более превышающих ПДК.

Проникновение в эксплуатируемые водоносные горизонты загрязняющих веществ техногенного происхождения привело к несоответствию качества источников центрального водоснабжения в районе существующим гигиеническим нормативам. Линзы питьевой воды г Губкина показали повышенные содержания в них хлора, сульфатов, соединений азота (аммонийного, нитратного и нитритного), а

также высокие концентрации железа, стронция, молибдена и выше фоновых содержания ЕРН.

Особенно сложные эколого-геологические условия сложились в зонах влияния Лебединского и Стойленского ГОКов и ОЭМК. На площади 500 км^2 – 80 % почв характеризуются хлоридным и хлоридно-карбонатным типами техногенного засоления с участками сульфатно-хлоридного и собственно хлоридного типов. Вблизи промышленных объектов реакция среды почвенных растворов становится щелочной (pH=8—8,5 при нормальном значении 6,5-7). Пахотный горизонт почв обогащается такими катионами, как Ca, Mg, Fe. Так, в почве вблизи промплощадки Лебединского ГОКа и в насыпном слое чернозема рекультивированного хвостохранилища Грачев Лог содержание кальция возрастает до 2,3 % против 1,3 % в черноземе вне зоны загрязнения. Отмечается также некоторый рост содержания магния. Вблизи промплощадки в пахотном горизонте черноземных почв количество железа увеличивается до 6 %. В целом ареал рассеяния железа в почвах прослеживается на расстояние 7-15 км от Лебединского ГОКа, занимая площадь около 100 км^2. В этом радиусе в почвах отмечены вышекларковые концентрации Cr (7,8), Co (1,8), РЬ (1,7), а также Zn и Cu; повышенные содержания Cd (до 2,2$К_к$) прослежены от Лебединского ГОКа на расстояние до 40 км.

Подводя итоги рассмотренного техногенного загрязнения почв и пород КМА, подчеркнем, что наиболее интенсивному преобразованию (Zc>32ед.) подвержены почвы на площади около 500 км^2, входящей в контуры Губкинско-Старооскольского горнопромышленного узла, причем максимальная трансформация почв установлена в пределах горных отводов Лебединского и Стойленского ГОКов, а также в непосредственной близости от ОЭМК, где суммарный показатель загрязнения Zc достигает 100 ед. Количество элементов-токсикантов загрязненных почв превышает 10, среди которых наиболее

распространены Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, несколько реже встречаются Ni, Mo, Cu, Mn, Sr, иногда (в отдельных пробах) Be, Sb, As, Hg, Bi. Более локальный характер носит загрязнение почв петрогенными элементами Fe, Ca, Mg, A1, а также нефтепродуктами, хотя уровень интенсивности последних иногда очень высок. Так, в районе Старооскольской нефтебазы содержание нефтепродуктов в почве превышает фоновое в 10 раз.

Результат – существенное изменение химического состава поверхностных и подземных вод района, транспирация токсичных веществ с корнями растений и их миграция по трофической цепи в организм человека.

Высокий уровень загрязнения жизнеобеспечивающих компонентов на значительной территории района оказывает негативное влияние на биоту, и, прежде всего, на сельскохозяйственную растительность, не только снижая ее урожайность, но и делая непригодной для использования в пищевом рационе.

Известно, что поглощение и накопление микроэлементов растениями происходит с помощью их корневой системы из почвенно-породых растворов, а также посредством фолиарного поглощения, т. е. поглощения микроэлементов из пыли через листья. В районе загрязнение растительности происходило в результате обоих механизмов накопления. Различными исследованиями и в разное время было изучено загрязнение сельскохозяйственной растительности в Губкинском и Старооскольском административных районах.

По данным Косиновой И.И (1998) суммарный характер загрязнения почв и растительности в железорудных районах КМА обусловлен наличием 8-10 элементов I и II классов опасности. Среди них наиболее проявлены свинец, цинк, хром, олово, никель. Анализ полученных данных выявил высокие коэффициенты концентрации никеля, марганца и бария в биоматериале прибортовой зоны. Никель

относится к элементам II класса опасности, барий и марганец - к III классу. Основываясь на полученных данных прибортовую зону карьера, как правило, следует относить к зоне сложной экологической ситуации. Максимальное загрязнение приурочено к стеблям и листьям травянисто-кустарниковой растительности. Уровень загрязнения зерновых культур также чрезвычайно высок.

Исследования состояния почвенного покрова в зоне МГОКа проводились в 1998 г. вокруг хвостохранилища на территории около 300 км^2 аналитическим центром ГП “Опытно-методическая экспедиция (г. Александров Московской области). Было отобрано и проанализировано около 100 проб на содержание тяжелых металлов. Максимальные превышения фиксируются по германию, в меньшей степени по фосфору и свинцу. Конфигурация и ориентировка аномальных зон определяется их привязанностью к источникам загрязнения: карьеру, хвостохранилищу, отвалам. Так отмечена зона повышенного загрязнения почв северо-западного простирания, включающая карьер, хвостохранилище и прилегающие территории в радиусе 3-5 км. Подобная зона сформирована северо-восточнее поселка Яблоневский.

Взрыв пластов железной руды, функционирование дробильных мельниц, промышленных предприятий приводит к процессам промышленной эрозии, загрязняющей тяжелыми металлами (ТМ) почвенный покров, поверхностные воды, растительный и животный мир в радиусе до 20 км от источников выброса, вызывая превышение нормального фона по ТМ, что в итоге приводит к обострению экологических и социальных проблем: росту общей заболеваемости, сокращения продолжительности жизни, повышеннию смертности населения и др.

Так, например, в Губкинском районе установлено, что из-за техногенного загрязнения в радиусе до 15-17 км от карьера Лебединского ГОКа (периферийная зона) не рекомендуется

использовать в пищевом рационе зерновые, овощные и плодово-ягодные культуры, а в радиусе 5-7 км (центральная зона) - заготавливать фураж. В зерновых культурах отмечено загрязнение Cu, Pb, Cr, Co и V; в овощных культурах - Pb, Zn, Ni; в плодово-ягодных - Fe, Pb, Zn, Ni, A1. Следы повышенного содержания перечисленных элементов-токсикантов фиксируются в отдельных пробах даже в удаленной зоне, в радиусе до 25 км от карьера Лебединского ГОКа. Анализ содержания химических элементов в фуражных культурах (сено люцерны, зерно и солома ячменя, кормовая свекла) показал, что на расстоянии до 1 км от Лебединского ГОКа во всех анализируемых культурах, кроме зерен ячменя, отмечено повышенное количество железа, а в соломе ячменя обнаружен еще и кадмий. Содержание химических элементов в растениях сельскохозяйственных культур, выращенных на рекультивируемых хвостохранилищах, зависит от вида растения и мощности рекультивируемого слоя. Люцерна сине-гибридная больше других накапливает Fe, Ti, Pb; клеверное сено содержит повышенное количество: B и Cu; зерно ржи - Mn и Zn. Большое количество химических элементов концентрируется в растениях при незначительной мощности рекультивируемого слоя или при его отсутствии. В этих случаях в сене люцерны содержание железа превышает верхнюю пороговую концентрацию до 10 раз, в зерне ржи - до 5 раз. В сене люцерны содержится также повышенное количество свинца, никеля и марганца.

Специальные эколого-бигеохимические исследования выявили, что наиболее активно в трофическую цепь зоны влияния Стойленского ГОКа включаются никель, марганец и барий, причем никель максимально аккумулируется травянисто-кустарниковой растительностью, а марганец и барий максимально накапливаются в зерновых культурах.

Синергетическим эффектом воздействия факторов

эпизодического, периодического и систематического воздействие на приповерхностный слой почв является изменение физико-химических свойства почв, снижение параметров их плодородия и качества ресурса геологического пространства для сельскохозяйственного использования.

Трансформация ресурсной, геодинамической, геохимической экологической функции литосферы идет синхронно с геофизической экологической функцией.

5. Эколого-геофизические особенности района КМА

Главная специфика природных эколого-геофизических условий района, как отмечалось выше, в первую очередь, определяется, тем, что территория КМА находится в контуре одной из самых мощных магнитных аномалий земного шара. Только в Старо - Оскольском районе выявлено 15 полос магнитных и гравитационных аномалий, каждая из которых вызывается одним или несколькими крутопадающими пластами железистых кварцитов. Как известно, влияние сильного магнитного поля усугубляет воздействие других экологических факторов.

Технологический цикл ГОКов предопределяет концентрирование природных радионуклеидов в отстоях хвостов. Зафиксировано повышенное содержание ЕРН превосходящее, в частности, гидрогеохимический фон по урану в 20 раз, а по радию — более чем в 40 раз. Как уже отмечалось, возрастание удельной поверхности хвостов по сравнению с исходным сырьем в 10 000 раз и более, увеличение коэффициента фильтрации до 100 раз, наличие в пульпе значительных количеств кислорода, карбонатного, сульфатного и хлоридного анионов формируют исключительно благоприятные условия для выщелачивания ЕРН и особенно урана. Установлено, что ежегодно из хвостохранилищ Лебединско Стойленского ГОКов в водную систему района выносится 4 т урана. Этот объем радиоэлементов относительно свободно достигает

водоносных горизонтов благодаря тому, что хвостохранилища располагаются в овражно-балочной сети, развившейся по сети разломов (Недра России, 2002).

В процессе высокотемпературной обработки концентрата (окомкование, брикетирование) содержание ЕРН в конечных продуктах повышается за счет удаления влаги и выгорания летучих примесей. Вероятно, только в процессе плавки происходит окончательное отделение ЕРН от железа. В пользу этого предположения свидетельствует факт обнаружения на территории свалки промышленных отходов ОЭМК уникальной техногенной аномалии, вызванной продуктами очистки фильтров плавильных печей, с минимальной эффективной дозой (МЭД) до 17-30 мкЗв/ч.

Наличие подобных неординарных участков радиоактивного заражения техногенной природы заставляет достаточно осторожно подходить к утилизации отходов добычи и переработки железных руд в районе. В настоящее время практически без какого-либо радиационного контроля используется около 20 % вскрышных пород.

Следующей эколого-значимой проблемой на территории КМА представляет радон (Rn). Наиболее радоноопасными районами КМА признаны Губкинско-Старооскольский и Михайловский, где горнодобычными выработками (карьерами, шахтами), их отвалов и хвостохранилищами радонопродуцирующие породы и руды с высокой концентрацией ЕРН, а также эманирующие тектонические структуры выведены на дневную поверхность. Измерение эманирующей способности техногенно-нарушенных пород показали высокие (40-70 %) значения коэффициента эманирования уровне объемной активности радона 50 Бк/м^3 и более (Недра России, 2002). Установлено также, что подземные воды докембрийского фундамента содержат радон в значительных количествах (до 100 Бк/л), однако данные концентрации его в эксплуатируемых водоносных горизонтах отсутствуют.

Объемная активность радона, измеренная в подземных горных выработках включая дренажные, местами достигает 600 Бк/м^3 и выше.

Территория КМА характеризуется низкой (допустимой) сейсмичностью. Разработка месторождения руд сопровождается периодически осуществляемыми массовыми взрывами в карьерах с мощностью заряда более 400 т взрывчатых веществ, которые помимо механической интенсивной миграции вещества и активизации экзогенных процессов оказывает и сейсмическое воздействие на компоненты ЭГС (Бочаров, Косинова, 1994; Недра России, 2002).

В результате сейсмического эффекта происходит усиление эксгаляции. Накопившийся в породах радон (а также CH_4, CO; и др.), используя в качестве каналов газовыделения зоны дробления и повышенной трещиноват (в том числе техногенного происхождения), может мигрировать на значительные расстояния и проявляться даже в местах жилой застройки. Кроме того, и другие газы, в результате вторичного газовыделения интенсивно эманирует в атмосферу при выемке и погрузочных операциях. Подземные горные выработки значительно более радоноопасны, чем открытые карьеры. Однако, в жаркое время при высокой температуре и низком атмосферном давлении из раздробленных трещиноватых пород происходит усиленное истечение радона, который в 7 раз тяжелее воздуха и потому накапливается в карьерах, при том, что с увеличением их глубины (до 350 м) условия проветривания осложняются.

Промышленное освоение месторождения и глобальные катастрофы двадцатого века осложнили структуру радиационного и теплового поля в регионе. В результате Чернобыльской аварии район КМА был подвергнут загрязнению радионуклидами - продуктами деятельности АЭС. (Атлас…, 1998). Изучением загрязнения почв искусственными радионуклидами сельхозугодий района работ занимается проектно-изыскательская станция агрохимслужбы

“Рыльская” Курский Гидрометцентр УГКС ЦЧО. В целом зафиксировано мозаичное распределение загрязнения почв цезием - 137 (до 1-5 ku/км^2).

В 2004 году в средствах массовой информации (СМИ) вновь обозначилась проблема, связанная с предполагаемой радиационной аномалией в районах горнодобычи и сопутствующих предприятий. Например, считается, что постоянным источником радионуклидов являются трубы фабрики окомкования Михайловского ГОКа за счет содержащихся в железистых кварцитах повышенных концентраций (сотые и десятые доли процента) урана и тория. В образующемся дымовом шлейфе радиоактивно загрязненные микрочастицы в приземном слое воздуха фиксируются в радиусе до 15 км. Поскольку удельная активность ЕРН в пылеобразующих породах КМА иногда близка к значениям, соответствующим активности руд радиоактивных металлов, степень облучения может быть значительной, особенно при недостаточном проветривании подземных горных выработок или дробильных цехов. Часто звучит гипотеза, что и карьеры повышают общий радиационный фон.

В связи с этим в осенью 2004 г. нами были проведены радиометрические исследования потенциально-опасных территорий, где сконцентрироанно горнодобывающее и перерабатывающее производство и наиболее высока плотность населения – по профилю «Воронеж-Курск-Железногорск» на базе полевого радиометра СРП -68. Детально результаты исследования описаны в работе И.И.Косиновой, Т.А.Барабошкиной, Е.Б.Золототрубова (2007). Здесь же можем констатировать, что вариации радиационного фона по маршруту составили от 4 до 18 мкР/час, т.е. были ниже предела отнесения территорий к зоне ЧЭС, которая составляет 20 мкР/час. Однако, учитывая специфику производства и неоднородность состава разрабатываемых рудовмещающих пород, данные исследования должны

быть не эпизодическими, а постоянными, и в первую очередь в рабочей зоне и в пределах селитебных территорий.

Учитывая, что перепад высот в районе открытых горных разработок составляет порядка 500 м (см. раздел 4) нарушается температурное поле в районе горных разработок. Нами в процессе выполнения полевых работ, фиксировалось, что температура на дне карьеров глубокого заложения была на 2-3 градуса выше температуры на дневной поверхности, что в первую очередь объясняется геотермическим градиентом. Рудеральная растительность, произрастающая на глубине свыше 100 м имеет более длительный период вегетации, по сравнению с аналогичными видами растений, произрастающих на уровне дневной поверхности.

Таким образом, разработка железорудных месторождений КМА вызыват комплексное изменение эколого-геологических условий территории. Активизируется цепочка причинно-следственных взаимосвязей: "техногенные изменения в компонентах литосферы - экологические последствия - трансформация качества ресурса геологического пространства" (рис.2.1.). В комплексе они являются определяющими в снижении качества ресурса геологического пространства для существования биоты и проживания людей, о чем свидетельствуют данные медицинской статистики.

Так, например, по данным Государственного комитета по охране ОС Белгородской области, за последние 10 лет (1991-1999 гг) хронические формы патологии увеличились в 2 раза; болезни крови и кроветворных органов - в 3,9 раза; новообразования - в 1,4 раза; болезни органов пищеварения - в 1,3 раза; болезни мочевой системы - в 1,7 раза; число врожденных аномалий увеличилось в 2,4 раза. Ухудшение медико-демографических показателей населения области отмечается с 1986 г. С 1990 г, данное явление перешло в депопуляционный процесс и в 1999 г. убыль населения достигла рекордной за последние 20 лет

цифры в 11,2 тыс. человек в год (http://gorodbelgorod.narod.ru/kma.htm).

Детальный анализ специфики изменений ЭГС на различных месторождениях КМА с учетом истории их эксплуатации будет выполнен во второй части монографии.

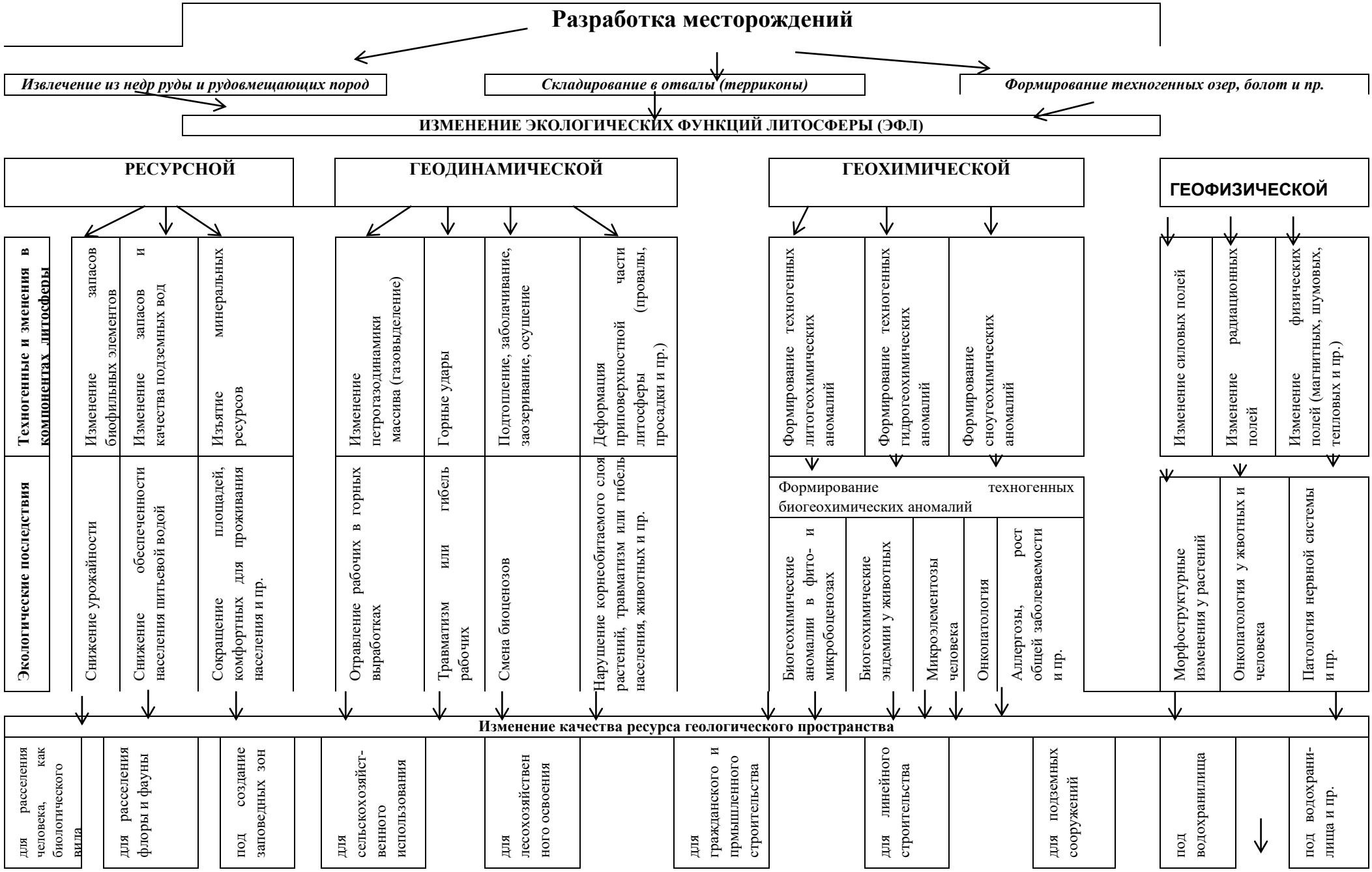

Рис. 2.1. Изменение качества ресурса геологического пространства под воздействием горных разработок (Трофимов, Барабошкина, Жигалин и др., 2005)

Основная литература

Атлас радиоактивного загрязнения Европейской части России, Белоруссии и Украины. М.: Федеральная служба геодезии и картографии РФ, 1998.

Ахтырцев А.В., Адерихин П.Г., Ахтырцев Б.П. Лугово-черноземные почвы центральных областей Русской равнины. - Воронеж. Изд-во ВГУ, 1981. - 176 с.

Ахтырцев Б.П., Соловченко В.Д. Почвенный покров Белгородской области. Воронеж. Изд-во ВГУ, 1984. - 264 с.

Бочаров В.Л., Косинова И.И. Геоэкологические особенности буровзрывных работ на Стойленском железорудном месторождении КМА./В кн. «Гидрогеология, инженерная геология и геоэкология месторождений полезных ископаемых. - Екатеринбург; УГГА, 1994. С.120.

Бочаров В.Л., Косинова И.И. Деградация лесных экосистем в зоне влияния Оскольского электрометаллургического комбината// «Антропогенное воздействие и здоровье человека», Калуга, 1994.

Бочаров В.Л., Косинова И.И. Некоторые аспекты формирования природно-технической экосистемы г. Старый Оскол// «Фундаментальные и прикладные проблемы охраны окр. среды». 12-16 сент.1995, Томск.

Бочаров В.Л., Косинова И.И. Селезнев В.Н. Открытая разработка железорудных месторождений КМА как экогеохимический фактор// «Антропогенное вооздействие и здоровье человека», 1994. Калуга

Бочаров В.Л., Косинова И.И. Техногенная метаморфизация поверхностных и подземных вод в пределах железорудного горнодобывающего района//«Современные проблемы экологического состояния геологической среды Украины», КГУ, 1995.

Бочаров В.Л., Косинова И.И., Коновалова О.А. О регулировании интенсивности транспортных загрязнений элементов геологической среды// «Проблемы экологической безопасности и контроль динамичных ПТГ», 1996. Львов, С.9-10.

Бочаров В.Л., Косинова И.И., Селезнев В.Н. Гидрогеохимическая характеристика подземных и поверхностных вод района Стойленского ГОКа//IV Всеуральское совещание по подземным водам Урала и сопредельных территорий», 1994. г. Пермь.

Бурмистров М.И. Отчет о разведке подземных вод на Воротниковском, Незнамовском и Ильинском участках для водоснабжения г. Старый Оскол. Белгородская КГРЭ, 1969.

Гальперин А.М., Ферстер В., Х.-Ю. Шеф Техногенные массивы и охрана природных ресурсов. В 2т. М., Изд-во Московского государственного строительного университета 2006. Т.1: Насыпные и

намывные массивы.

Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Брянско-Воронежская. Лист N-36-XXXVI. Объяснительная записка (сост. Г.В. Лаврова). М.: Госгеолтехиздат, 1959. 104 с.

Геологическое строение СССР, том 4. Закономерности размещения месторождений полезных ископаемых на территории СССР/Под ред. А.И.Семенова, А.Д.Щеглова. М.: Недра, 1968

Голодковская Г.А., Куринов М.Б. Экологическая геология - наука об оптимальной геологической среде//Геоэкология, 1994. № 2. С.29-35.

Гусельников В.Н. Генетические проблемы железорудных формаций КМА. М., Наука, 1972.

Ермолов А.В. Отчет о результатах гидрогеологических и инженерно-геологических изыскания в балке «Чуфичево». - ВИОГЕМ, 1973.

Карта радиоактивного загрязнения местности цезием-137. Масштаб 1:200000. Курская область. М., 1992.

Косинова И.И. Анализ водных компонентов геоэкологической системы района хвостохранилища Стойленского ГОКа//«Экология воды и здоровье человека», 1996 г. , Крым.

Косинова И.И. Геоэкологические последствия открытой разработки месторождений КМА // Вестн. ВГУ, сер. геол., 1996. № 1.

Косинова И.И. Проблемы эрозионной расчлененности поверхности почво-грунтов территории Старооскольского района КМА//Экология и безопасность жизнедеятельности. Вып. 2. Воронеж: Изд-во Российской экологической академии. 1998а, с. 58-63.

Косинова И.И. Теоретические основы крупномасштабных эколого-геологических исследований / И.И. Косинова. - Воронеж, 1998б. - 255с.

Косинова И.И. Экологические проблемы территорий открытой разработки месторождений поолезных ископаемых./«Высокие технологии в экологии». 1998с, Ч.2. Воронеж.

Косинова И.И., Барабошкина Т.А. Региональные эколого-геологические проблемы Курской Магнитной Аномалии//Эколого-экономические проблемы освоения минерально-сырьевого комплекса. Естественнонаучный институт. Пермь. 2005 г.

Косинова И.И., Вахтанова А.Н., Окороков В.А. Антропогенные отложения Липецкого промышленного района и их взаимосвязь с геологической средой». Инж.геология». № 4, 1985.

Косинова И.И., Вахтанова А.Н., Селезнев В.Н. Характер изменения геологической среды при открытой разработке месторождений полезных ископаемых//Вопросы охраны геол.среды при интенсивном строительном и народохоз.освоении терр. Украины», 1987.

Косинова И.И., Вахтанова А.Н., Талдыкин Е.М. Влияние техногенных воздействий на гидродинамический режим водоносного пласта./Инж.геол. №

1, 1988.

Косинова И.И., Зинкевич О.Г. Анализ процессов деградации почв и пород центра КМА./«Проблемы сохранения и оценки состояния природных комплексов и объектов». 1997. Воронеж. С.18-19.

Косинова И.И., Селезнев В.Н. Металлургическое производство как источник техногенных месторождений полезных ископаемых// «Техногенные отложения и охрана окруж.среды», 14-15 ноября, 1989, Пермь, С.29.

Косинова И.И., Барабошкина Т.А., Золототрубов Е.Б. Экологическая оценка динамики радиационного поля некоторых участков горнодобывающих районов Курской магнитной аномалии/ Юг России: экономика, развитие. №1, 2007.

Легенда Воронежской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200000 (второе издание). Эколого-геологическая карта. (Под ред В.В. Петрухина). М.: ЦРГЦ МПР РФ, 1998. 60 с.

Леоненко И.Н., И.А.Русинович, С.И.Чайкин Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии, том 3. Железные руды. - М.: Недра, 1969

*Мониторинг геологической сред*ы в Михайловском горнопромышленном районе (систематические гидрогеологические наблюдения за режимом подземных вод) в 1998 г. / ОАО МГОК. – Железногорск, 1999.

Недра России. В 2 т Т.2. Экология геологической среды/ Смыслов А.А., Межеловский Н.В., Алексеев С.В. и др./ Под ред Н.В. Межеловского, А.А.Смыслова. Санкт Петербург, Горный ин-т. Межрегион. Центр по геол. Картографии. СПб.-М., 2002.

Немененок В.Т. и др. Отчет о комплексном гидрогеологическом, инженерно-геологическом и геоэкологическом исследовании и картографировании с геологическим изучением. М 1:200 000 на площади листа М-37-VIII. Белгород, ГГП «Белгородгеология». 1994.

Овчинников Л.Н. Полезные ископаемые и металлогения. - М.: Геоинформмарк, 1998

Овчинников Л.Н. Металлогенические провинции России. М., ИМГРЭ, 2001.

*Перспективная оценка минеральных ресурсов территории СС*СР. Железо. Объяснительная записка к карте масштаба 1:75000 000 / Под ред. Д.В.Рундквиста.Л.: Изд.ВСЕГЕИ, 1977.

Полищук В.Д., Голивкин Н.И., Зайцев Ю.С. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии. М.: Недра, 1970.

Принципы оценки риска для потомства в связи с воздействием химических веществ в период беременности/Женева: ВОЗ, 1988.

Раскатов Г.И. Геоморфология и неотектоника территории Воронежской

антеклизы. Воронеж: Воронежский университет, 1969. 120 с.

Смирнова А.Я., Бородкин А.И. Экология подземных вод бассейна Верхнего Дона. Воронеж, Воронежский государственный университет, 2003

Смирнова А.Я., Умнякова Л.В., Лазаренко В.Н. Подземные воды северо-восточного склона Воронежской антеклизы и охрана их качества/ВГУ, Воронеж, 1985. Деп. в ВИНИТИ 25.01.85, № 1067. - 210 с.

Стифеев А.И. Биологическая рекультивация земель на территории КМА. Белгород, 1988.

Тарасов Л.М. Изучение влияния отбора подземных вод на изменение состояния окружающей среды в регионе КМА. Белгород, Белгородская ГРЭ. 1987.

Теория и методология экологической геологии//Трофимов В.Т., Д.Г.Зилинг, Т.И.Аверкина и др. /Под ред. В.Т.Трофимова. - М.:Изд-во МГУ, 1997. - 368 с.

Трофимов В.Т. Лекции по экологической геологии М., Изд-во Московского университета, 2005.

Трофимов В.Т. Об экологических функциях абиотических сфер Земли// Вестник Моск-го университета Геология, 2005, № 4 С 59-65

Трофимов В.Т., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д., Харькина М.А., Хачинская Н.Д., Цуканова Л.А. Трансформация экологических функций литосферы под влиянием горнодобывающей промышленности // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. Геол., т.80, вып. 6, 2005. С.42-55.

Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Формирование экологических функций литосферы. СПб. СпбГУ, 2005 . 190 *с.*

Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. М., Геоинформмарк, 2002.

Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Барабошкина Т.А. и др.. Экологические функции литосферы// Под ред. В.Т. Трофимова). М., 2000. 432 с.

Трухин В.И. Научный подвиг и драма профессора физики Императорского Московского университета Э.Е.Лейста МГУ, Газета Московский Университет,

Щеголев И.Н. Железорудные месторождения докембрия и методы их изучения. - М.: Недра, 1985

Щербаков А.П. Экологические проблемы плодородия черноземов// «Стабилизация развития АПК Центрального Черноземья на основе рационального использования природно-ресурсного потенциала. ВГУ, Воронеж, 1996. -

Экологический информационный бюллетень. Выпуск 4. Курск, 1996. Экологический информационный бюллетень. Выпуск 5. Курск, 1997.

Экологический информационный бюллетень. Курск, 1995.