Косинова И.И., Барабошкина Т.А., Косинов А.Е., Ильяш В.В. Экологическая геология Курской магнитной аномалии (КМА) — Издательский полиграфический центр Воронежского государственного университета. Воронеж, 2009. — 216 с.

Часть 2. Эколого-геологические особенности районов железорудных месторождений

6.1. Эколого-геологические особенности Михайловского промышленного района (МПР)

6.1. 2. Функциональная организация территории

В качестве типичного примера рассмотрим район карьерных разработок Михайловского Гока.

История формирования Михайловский промышленный район (МПР) началась со строительства рудника в 50-е годы прошлого столетия. Продукция Михайловского ГОКа составляет 78% от общего объема продукции, экспортируемой Курской областью за границу, в первую очередь в страны Восточной Европы.

На настоящий момент это один из районов центральной части России, отличающийся сложной техноструктурой. Основной отраслью, определяющей его развитие, является горнодобывающая. Экономическая, социальная и экологическая ситуации формируются в зависимости от успешности эксплуатации месторождения и предприятия. Промышленный элемент системы также включает металлургический, химический, машиностроительный, энергетический, пищевой и иные виды. Мощный транспортно-дорожный комплекс обеспечивает режим функционирования всех объектов жизнедеятельности.

Особенно интенсивно негативное воздействие на окружающую среду проявляется в районах открытых разработок – карьерным способом. В качестве наглядного примера рассмотрим эколого-геологическую ситуацию, сложившуюся в Михайловском железорудном районе. Одноименное месторождение железистых кварцитов (см. раздел

2), стало сырьевой базой для градообразующего горнорудного комплекса – Михайловского ГОКа, рядом с которым в черноземной степи буквально на голом месте вырос город Железногорск.

Как было отмечено в разделе 2, это месторождение имеет некоторые особенности руд, делающие его освоение менее рентабельным в сравнении с подобными месторождениями в Старооскольском районе соседней области. Более тонкое сложение руд, относительно меньшая доля магнетита и напротив, более высокая – гематита, все это увеличивает энергозатраты при дроблении железистых кварцитов (Курская АЭС сооружалась также из расчета на развитие горнорудной промышленности). К тому же на месторождении оказалась и большая доля полуокисленных и окисленных кварцитов, не пригодных для передела при используемых технологиях. Все это заметно увеличивает объемы вскрыши и отходов обогащения, увеличивает себестоимость продукции и вместе с тем ведет к увеличению техногенной нагрузки в данном районе. Терриконы отвалов, огромное пустынное ржаво- красное озеро хвостохранилища, корпуса дробильных цехов и обогатительных фабрик, плотные застройки и промплощадки различных побочных предприятий, сложная паутина коммуникаций, большегрузный транспорт, красный и пыльный грунт вокруг – вот типичный ландшафт разрабатываемых месторождений КМА. Загрязнение и существенное снижение продуктивности ландшафтов на КМА и теперь уже не вызывает сомнений.

В административном плане Михайловский промышленный район, расположен на северо-западе Курской области в пределах большей части Железногорского района и небольшой части Дмитриев-Льговского на юго-западе и Фатежского на юго-востоке, в пределах Курской области общей площадью 810 км^2, а также территория Троянского и Дмитров-Орловского районов Орловской области площадью 455 км^2. Наиболее крупным населенным пунктом является

райцентр г. Железногорск и п.г.т. Михайловка. Город Железногорск связан асфальтовой и железной дорогами с г. Курском.

Интенсивное хозяйственное освоение Михайловского промрайона связано с концом 50-х годов, когда началось строительство рудника по открытой добыче руды, а затем и Михайловского горно-обогатительного комбината (МГОК) в районе г. Железногорска. В настоящее время это достаточно крупный индустриально-аграрный комплекс. В десятикилометровой зоне ОАО Михайловский ГОК расположено боле 100 различных предприятий.

Металлургическая промышленность – является основным загрязнителем воздушной среды района работ, включает в себя предприятия Михайловского горно-обогатительного комбината.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух за 2002 год составляют 5221,1 т (из них: твердые – 3100,9 т; газообразные – 2120,2 т, основные из которых: CO, NO_x, SO_2, углеводороды, древесная пыль). Объем стоков, минующих очистные сооружения МГОКа, составил около 10 тыс. $м^3$.

Химическая промышленность представлена фабрикой химчистки РО Агропромхимией и нефтебазой. Выбросы в атмосферу этими предприятиями превышают несколько десятков тонн вредных веществ, из которых большая часть принадлежит летучим низкомолекулярным углеродам, сернистому ангидриду, окиси углерода и трихлорэтилену.

Машиностроительно-ремонтный и приборостроительный комплекс включает в себя завод по ремонту думпкаров, объединение «Рудоавтоматика», завод "Кристалл", СУ Центрометаллург ремонт, станцию техобслуживания "ВАЗ", локомотивное депо и др.

Ими ежегодно выбрасывается в атмосферу около 400 тонн вредных веществ, из которых ведущими являются сернистый ангидрид, окись углерода, двуокись азота.

Стройиндустрия района работ представлена заводами

железобетонных изделий №2 и №3, СУ-901 и СУ тр. Центрдомнаремонт, МСО и 2 кирпичными заводами.

Основными "поставщиками" загрязняющих веществ в атмосферный воздух являются заводы железобетонных изделий и кирпичные. Суммарные выбросы в атмосферу этих предприятий за год составляют около 900 тонн, в которых преобладают окись углерода, пыль с содержанием двуокиси кремния, сернистый ангидрид, двуокись азота, пыль цементных производств.

Энергетический комплекс представлен различной мощности котельными, использующими твердое и жидкое топливо, а также газ. Этими предприятиями в год выбрасывается в атмосферный воздух до 3 тонн двуокиси азота, сернистого ангидрида, золы углей, окиси углерода.

Транспортно-дорожный комплекс в настоящее время является крупнейшим загрязнителем атмосферного воздуха. Он объединяет такие предприятия как ПАТП, автоколонна 1773, автобаза № 20, мехколонна 76, мехколонна 3.

Транспортными средствами выбрасывается в атмосферу свыше 212 тонн в год загрязняющих веществ, из которых преобладают окись углерода, летучие низкомолекулярные углеводороды, ангидрид сернистый, свинец.

Предприятия легкой промышленности расположены в с. Михайловка и г. Железногорске и представлены швейной фабрикой, фабрикой нетканых материалов, комбинатом гофротары и этикеток, пенькозаводом, мебельной фабрикой и другими более мелкими производствами. Общие выбросы вредных веществ в атмосферу этих предприятий в год составляют более 100 тонн. Преобладающими являются двуокись азота, сернистый ангидрит.

Производства пищевой промышленности располагаются в с. Михайловка, г. Железногорске и других населенных пунктах района работ. Это Железногорский хлебокомбинат, Остаповское ХПП,

комбинат молочных продуктов, комбикормовой завод. Выброс вредных веществ этих предприятий превышает сотню тонн, из которых большая доля приходится на сернистый ангидрид, окись углерода и спирт этиловый.

Агропромышленный комплекс, в силу широкого территориального охвата и многообразия средозащитных и средоразрушающих факторов, оказывает существенное воздействие на состояние основных компонентов в природной среде. Более всего на состояние окружающей среды сказываются нарушения в технологии механической обработки почвы, последствия мелиорации, выпас скота на сельскохозяйственных угодьях и в поймах рек, работа крупных животноводческих комплексов на промышленной основе, обработка сельхозугодий пестицидами и другими ядохимикатами, внесение в почву минеральных удобрений и т.д. Влияние на окружающую среду животноводческих комплексов на промышленной основе, как локальных типов загрязнения, весьма велики. В поверхностные и подземные воды попадают аммиак, соединение азота, большое количество органики, различные болезнетворные бактерии и другие загрязнения, содержащиеся в навозной жиже.

Загрязнение подземных вод происходит преимущественно под влиянием сброса сточных вод промышленных предприятий и животноводческих ферм и комплексов.

Хозяйственно-питьевое и производственно-техническое водоснабжение г.Железногорска и промышленных предприятий Михайловского ГОКа осуществляется за счёт водозаборов, эксплуатирующих ряжский, бат-келловейский, альб-сеноманский и современный аллювиальный водоносные горизонты, использование вод подземного дренажного комплекса и поверхностных водоёмов. Водоснабжение сельскохозяйственных объектов и населённых пунктов Железногорского района базируется на эксплуатации одиночными

водозаборными скважинами альб-сеноманского, бат-келловейского и ряжского водоносных горизонтов и верхнедевонской спорадически обводнённой толщи.

В районе работ имеется порядка 75 действующих водозаборных скважин, оборудованных на вышеперечисленные водоносные горизонты со среднесуточными расходами 50-60 $м^3$/сутки. В связи с формированием обширных и глубоких депрессионных воронок в бат-келловейском и девонских водоносных горизонтах водоснабжение сельскохозяйственных объектов вблизи водопонизительной системы Михайловского карьера и водозаборов г. Железногорска переориентировано на использование вод аллювиальных и альб-сеноманского водоносных горизонтов с естественным режимом подземных вод.

Промышленное освоение Михайловского железорудного месторождения оказало существенно, во многом необратимое, отрицательное воздействие на окружающую среду.

В пределах исследуемой территории широкое распространение имеют *техногенные отложения*. Это породы отвалов, хвостохранилищ, полигонов бытовых и промышленных отходов. Они занимают около 20% площади, их мощность варьирует от единиц до десятков метров. Данные техногенные отложения оказывают значительное влияние на все компоненты ЭГС, включая почвы, породы, донные отложения растительность. В районе своей деятельности ОАО “Михайловский ГОК” неизбежно вызывает интенсивное их преобразование. В зоне отчуждения нарушается или полностью уничтожают фитоценозы и почвенные ресурсы, что является неизбежным и, как правило, необратимым. Другой значимым фактором воздействия на приповерхностную часть литосферы – интенсивное загрязнение территорий, находящихся в зоне деятельности предприятия. Источниками загрязнения являются отвалы вскрышных пород,

хвостохранилища, промышленные площадки горного и обогатительного производства, транспортная сеть и др.

Активизация хозяйственная деятельность в пределах Михайловского промрайона способствовала формированию как природно-техногенных, так и техногенных типов ЭГС.

6.1.3. Геолого-геоморфологическая характеристика района

В г*еоморфологическом отношении* район расположен в западной части Среднерусской возвышенности. Территория разделена рекой Свапа на две части – северную (правобережную) и южную (левобережную), характер рельефа которых различен. Значительные площади представлены пойменными террасами р. Свапы и ее притока р. Усожа.

Северная часть представляет собой полого-увалистую равнину, сильно расчлененную овражно-балочной речной сетью, особенно сильно в западной и северо-восточной частях, где плотность оврагов составляет соответственно 1,1-3,0 км/км^2 и более 5 км/км^2. Овраги и балки короткие, но склоны их крутые до 10-20^0, во многих местах затронуты смывом и размывом. Глубина местного базиса эрозии в среднем 100 м. Фоновые уклоны поверхности 3-5^0. Горизонтальное расчленение 1,1-1,3 км/км^2. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 211-228 м на западе до 254,2-255,3 м на северо-востоке. Южная часть имеет слабоволнистый рельеф. Господствующими элементами рельефа здесь являются пологие (1-3^0) и покатые (3-5^0) склоны водоразделов, меньше распространены плакорные участки водоразделов. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 215,6 м на востоке до 180 м на западе.

Южная часть представляет собой пологую равнину, слаборасчлененную. Горизонтальное расчленение поверхности незначительное – 0,6 км/км^2. Фоновые уклоны 1-3^0. Глубина местного базиса эрозии 65 м. Долины наиболее крупных рек Свапа, Усожа, Чернь

имеют террасированные склоны и относительно широкие, частично заболоченные поймы, с абсолютными отметками поверхности 158-163 м. Мелкие водотоки наследуют долины древних балок, склоны которых сильно изрезаны оврагами.

Под влиянием хозяйственной деятельности в облике рельефа восточнее г. Железногорска в районе открытого способа разработки железорудного месторождения за полувековой период произошли корренные изменения: а) выработан крупный карьер площадью 12 км^2, глубиной 200 м; б) созданы отвалы вскрышных пород; в) часть пород использована для заполнения оврагов и балок.

Таким образом, к настоящему времени массивы техногенных грунтов существенно изменили пейзаж, нарушив не только геоморфологию, но и видеоэкологию района, а так же спровоцировав изменения в направлении поверхностного стока.

Гидрографическая сеть района работ представлена реками, ручьями, озерами, прудами и водохранилищами. Основной водной артерией района работ является р. Свапа с ее правыми притоками: р.р. Чернь, Речица и левым притоком Усожи. Долины р. Свапа и ее притоков хорошо развиты террасами и поймами, которые местами заболочены. Реки района характеризуются неравномерностью стока в течение года – весеннее половодье, низкая летняя и зимняя межень, повышенный сток в осенний период. Питание рек происходит за счет атмосферных осадков и подземных вод, на долю которых приходится, соответственно 70-80 и 20-13%.

Озера, как правило, небольшие, их мало и они расположены в пойме р. Свапа. Пруды сооружены по балкам и долинам ручьев. В пределах территории работ имеется три водохранилища. Наиболее крупное из них расположено на р. Свапе между п.п. Старый Бузец и Локтионово площадью 14 км^2, несколько меньше по площади на ручье Песочная между д. Макарово и д. Андреевка площадью около 7,5 км^2 и

наименьшее площадью около 1 км^2 юго-западнее г. Железногорска на ручье Погарщина.

Освоение Михайловского железорудного потребовало создание плотин, протяженных водоотводных каналов, которые заменили участки, оказавшиеся погребенными вскрышными породами или поглощенные карьером месторождения.

Формирование внешних отвалов, занимающих большие площади, приводит, как правило, к подъёму уровня грунтовых вод и появлению на окружающей местности контурного кольца озёр и болот, т.е. гидрография района претерпела существенные изменения под воздействием техногенеза.

Сброс шахтных вод в речную сеть регламентирован только на период паводков и производства ремонтов технологического оборудования станции перекачки шахтных вод в хвостохранилище (лимит 4 млн.м^3/год), поэтому наряду с динамикой стока наблюдается рост загрязнения поверхностных вод соединениями железа, нефтепродуктами и взвешенными веществами.

Территория месторождения находится в пределах лесостепной зоны, где развиты преимущественно светло-серые, серые и темно-серые лесные *почвы*. Лишь только в юго-восточной ее части распространены черноземы оподзоленные и выщелоченные. Подчиненное развитие получили пойменные аллювиальные почвы и почвы разных типов, приуроченные к балочным склонам, а также пески слабозадерноватые, слабогумусированные.

Лесные массивы имеют островное распространение. Степная *растительность* в основном разнотравно-злаковая, разнотравно-луговая сохранилась на небольших участках ввиду значительных площадей распашки. Лесной покров представлен дубом, кленом, березой, сосной и различными кустарниками.

Обширные сведения *о геологическом строении* района

исследований содержатся в обобщающих работах Г.И. Раскатова, А.А. Старухина, Р.С. Красовицкой, И.Н. Федонкиной, В.Н. Староверова, Б.А. Яковлева, А.Д. Савко, Г.Ф. Симоновой и др. Базируясь на их работах можно в обобщающем виде отметить следующее. Территория месторождения расположена в пределах сводового поднятия Воронежской антеклизы. Михайловское месторождение сложено двумя комплексами пород: осадочными и рудно-кристаллическими, сильно дислоцированными и метаморфизованными. Здесь имеют место несколько разломов субмеридионального направления с многочисленными ответвлениями. Нижний комплекс представлен породами архея и протерозоя, образующими складчатый фундамент, верхний - породами девона, юры и мела. На песчано-глинистых отложениях мелового возраста залегает довольно мощный покров четвертичных суглинков

Нижний комплекс архейского возраста представлен гнейсами, плато-гнейсами, местами с прослоями магнетитовых и биотит-роговообманковых кварцитов. Мощность отложений свыше 1000 м.

Нижнепротерозойский комплекс представлен песчаниками, кварцитами, кварцевыми порфирами мощностью более 600 м. Верхняя часть докембрийских образований представляет собой древнюю кору выветривания, сложенную охристокаолинизированными гипсами, глиноземом, богатыми железистыми рудами. Мощность коры выветривания от 12 до 80 м.

Отложения девонской системы представлены средним и верхним отделами. Это пестроцветная толща глин, песков, алевритов, известняков, доломитов, а также переотложенные глинисто-рудные брекчии.

Юрские отложения представлены тремя ярусами нижнекеловей-батскими, келовейскими и волжскими. Нижнекеловей-батский ярус сложен разнозернистыми песками с подчиненными прослоями глин.

Мощность яруса до 55 м. Мощность яруса до 55 м. Келовейский ярус включает в себя глины известковистые плотные с содержанием остатков фауны и пески мелкозернистые. Мощность яруса до 42 м. Волжский ярус представлен песчанистыми глинами и алевритами с прослоями мелкозернистых песков и сидеритовых песчаников. Мощность яруса до 19 м.

Меловые отложения в пределах рассматриваемой территории представлены нижним и верхним отделами. Отложения разделяются на две толщи: нижнюю - терригенную и верхнюю - карбонатную. Терригенную толщу составляют неокомский подъярус представлен глинами песчаными с линзами и прослоями песков, алевритов, песчаников (мощностью до 14 м). Аптский ярус сложен песками разнозернистыми, преимущественно тонкозернистыми глинистыми с линзами и прослоями глин. Мощность яруса 3-16 м. Альбский ярус - это разнозернистые пески, преимущественно мелко- и среднезернистые (мощностью 6-7 м). Сеноманский ярус представлен кварц-глауконитовыми мелко- и среднезернистыми песками, сверху известковистыми с включениями желваков фосфорита. Мощность отложений от 0 до 13 м. Туронский ярус - это мел писчий, монолитный, местами неравномерно трещиноватый, иногда разрушенный до рыхлого. Мощность до 15 м. Коньякский ярус представлен мергелями опоковидными (мощность до 21 м). Сантонский ярус сложен опоками и глинамию Мощность яруса до 25 м.

Неогеновая система представлена аллювием плиоцена, то есть глинами с прослоями песков; в нижней части разреза суглинками и супесями. Мощность отложений от 0 до 15 м.

Четвертичные отложения сплошным чехлом перекрывают всю исследуемую территорию, за исключением крупных подмываемых склонов рек, где обнажаются коренные горные породы. Выделяются два этажа четвертичной системы: нерасчлененная толща нижнего, среднего

и верхнего отделов и аллювий пойм. Первый этаж подразделяется на три толщи: комплекс отложений перегляционных зон - лессовидные, реже пески (мощность 0-30 м); аллювий и делювий балок - суглинки с прослоями песков и глин (мощность 0-10 м); аллювий надпойменных террас - пески, суглинки, глины, реже супеси (мощность толщи до 20 м).

Аллювий пойм имеет мощность от 0 до 13 м и представлен песками с прослоями галечников, суглинками, глинами, песками, супесями с прослоями торфа.

Особенностью *гидрогеологических условий* территории является то, что водозаборы на подкелловейские водоносные горизонты и водопонизительная система Михайловского карьера работают в условиях неустановившегося движения подземных вод, депрессионные воронки в плане имеют региональное развитие и взаимодействуют между собой, ресурсы подкелловейских горизонтов ограничены, гидрогеологические условия территории характеризуются значительной сложностью.

В результате работы системы осушения, роста промышленного потенциала, в целом благополучный, в части обеспечения высококачественными питьевыми водами, район превратился в недостаточно обеспеченный, испытывающий острый дефицит в питьевой воде. Прекратили действовать водозабор "Речица" и ряд водозаборных скважин сельскохозяйственных предприятий Железногорского района. В радиусе 12 км уровни водоносного горизонта снизились на $7*10^3$ м^3/сут. Производительность водозабора "Погарщина" снизилась на 20-23$*10^3$ м^3/сут. Уменьшилась величина подземного питания поверхностных водотоков на 20-40 %. Изменение условий питания подземных вод может привести к изменениям качества ресурса подземных вод.

6.1.4 Методика исследований

Результаты полевых исследований, проведенных в 10-ти

километровой зоне влияния МГОКа, систематизированы в виде базы данных, включающей сведения по степени преобразования почвенного покрова, пород зоны аэрации, донных отложений и растительности.

Методика оценки загрязнения почв и пород

Для абиотических компонентов ЭГС камеральная обработка результатов проводилась путем сравнения имеющихся концентраций с предельно допустимыми значениями по цинку и свинцу. В связи с тем, что по ряду проанализированных показателей значения ПДК для почв и пород не разработаны, использовались их фоновые значения. В качестве фоновых при оценке состояния почв и донных отложений использовались данные по курским черноземам (Свидетельство …., 1991) (табл.6.1), для пород зоны аэрации выявленные содержания тяжелых металлов сравнивались с кларковыми значениями (по H. Turekjun) по определенным литологическим разностям (Алексеенко, 2000)

Таблица 6.1.

Предельно допустимые и фоновые значения концентраций элементов, мг/кг (Свидетельство …., 1991)

Элемент	Класс опасности	Предельно допустимая концентрация, мг/кг	Фоновая концентрация, мг/кг	Кларковые значения, %	
				для песчаных пород	для глинистых пород
Mn	3	-	596	0,035	0,067
Ti		-	4500	0,3	0,45
V	3	-	77	0,002	0,013
Cr	2	-	82	0,0035	0,01
Zr		-	450	0,022	0,02
Nb		-	17	0,00001	0,002
Be	1	-	2	0,00001	0,0003
Sc		-	0,02	0,001	0,001
Y		-	39	0,004	0,003
Yb		-	1,31	0,0004	0,0003
Ba	3	-	450	0,001	0,08
Sr	3	-	130	0,02	0,045
Ga		-	7,8	0,0012	0,003
Ni	2	-	33	0,002	0,0095

Элемент	Класс опасности	Предельно допустимая концентрация, мг/кг	Фоновая концентрация, мг/кг	Кларковые значения, %	
				для песчаных пород	для глинистых пород
Co	2	-	10	0,00003	0,002
Mo	2	-	1	0,00002	0,0002
Cu	2	-	22	0,0001	0,0057
Pb	1	32	16		
Ag		-	0,06	0,000001	0,00001
Zn	1	110	52	0,0016	0,008
Cd	1	-	7,5	0,000001	0,000003
Sn		-	4	0,00001	0,001
P		-	200	0,04	0,077

Для расчета загрязнения использовался суммарный показатель концентраций (СПК), рассчитанный по формуле (1) и суммарный показатель загрязнения (СПЗ), рассчитанный по формуле (2)

$$СПК = \sum_{i=1}^{n} Kki - (n-1) \qquad (1)$$

здесь K_k – коэффициент концентрации, рассчитываемый по формуле $K_{ki} = C_i / C_Ф$; где C_i – концентрация элемента в исследуемой пробе (мг/кг); $C_ф$ – фоновые значения концентраций ингредиентов определенных для данной территории (мг/кг); i – порядковый номер ингредиента; n – число анализируемых образцов.

При расчете суммарного показателя концентраций для каждой пробы учитывались значения только тех элементов, концентрации которых превышают фоновые значения, т.е. Кк >1.

Для элементов, по которым рассчитаны величины ПДК, рассчитывается суммарный показатель загрязнения по формуле

$$СПЗ = \sum_{i=1}^{n} Kki - (n-1) \qquad (2)$$

здесь K_k – коэффициент концентрации, рассчитываемый по формуле $K_{ki} = C_i / C_{ПДК}$; где C_i – концентрация элемента в исследуемой пробе (мг/кг); $/C_{ПДК}$ – предельно допустимые концентрации ингредиентов, нормируемых государственными стандартами (мг/кг); i – порядковый номер ингредиента; n – число анализируемых образцов.

В основу составления тематической карты нами положена методика оценки экологического состояния природных сред, разработанных центральным региональным геологическим центром (ЦРГЦ) (редактор В.В. Петрухин). Данная методика предполагает выделение пяти рангов оценки загрязнения: допустимое, умеренно опасное, опасное, высоко опасное и чрезвычайно опасное (Легенда Воронежской серии…, 1998)

При этом зона допустимого состояния загрязнения включает в себя территории без заметного снижения продуктивности и устойчивости экосистем, ее относительной стабильности. Территории, относящиеся к зоне умеренно опасного состояния, характеризуются заметным снижением продуктивности и устойчивости экосистем, их нестабильным состоянием, возможностью их разрушения. При снятии неблагоприятных воздействий система переходит в нормальное состояние. Зоны опасного и высоко опасного состояния включают территории с сильным снижением продуктивности и потерей устойчивости экосистем, трудно обратимыми нарушениями. К зоне чрезвычайно опасного состояния относятся территории с полной потерей продуктивности и необратимыми нарушениями экосистем.

Для количественной оценки этих состояний, применительно к рассматриваемым компонентам природной среды, использовались критерии представленные в таблице 6.2.

Таблица 6.2.

Оценка степени загрязнения почвенного покрова, пород зоны аэрации и донных отложений

Оценка состояния загрязнения почвенного покрова	**Токсические элементы (СПК)**
Допустимое	<8
Умеренно опасное	8-16
Опасное	16-32

Высоко- опасное	32-128
Чрезвычайно- опасное	>128

На основе выделенных классов построены тематические карты оценки загрязнения почвенного покрова элементами 1, 2, 3 классов опасности, а также элементами, степень токсичности которых не установлена, но которые являются индикаторами техногенного загрязнения. В таблице 6.3. представлен комплекс ингредиентов, содержания которых в отдельных пробах почв превышает предельно допустимые концентрации и фоновые значения. Остальная часть тяжелых металлов не создает аномальных проявлений.

Таблица 6.3.

Комплекс ингредиентов, используемых для оценки состояния почвенного покрова.

Класс опасности	Элементы
I	Zn, Pb
II	Co, Mo, Cu
III	Mn, Ba, Sr
не установленная степень токсичности	Yb, Ga, Ag

Методика оценки состояния растительности

Биохимические критерии отображают степень концентрирования различных веществ и соединений в элементах биосистем. Аномальные значения определяются путем соотнесения полученных концентраций к фоновым значениям элементов либо к их предельно-допустимым концентрациям.

Негативное действие тяжелых металлов на растения в основном связано с их проникновением в клеточные структуры с почвенным раствором. Накопление металлов в ассимилирующих органах растений увеличивается с ростом уровней загрязнения среды их произрастания. Такая закономерность характерна для металлов, которые являются приоритетными для состава выбросов предприятий, расположенных в

данном районе.

Изучение состояния растительного покрова в пределах 10-ти километровой зоны воздействия Михайловского промрайона проводилось на основе сравнения содержания тяжелых металлов в золе растений с фоновыми концентрациями (табл. 6.4.) (Косинова, 1998, 1999), которые были рассчитаны при проведении эколого-геологических исследований в пределах Старооскольского района в 1996 г. Возможность применения полученных значений в качестве фоновых концентраций для Михайловского промрайона обусловлено единой территориальной принадлежностью (регион ЦЧЭР), сходным геохимическими ландшафтами, развитием горнодобывающей промышленности как ведущего фактора техногенного воздействия. Предварительно производилось сравнение рассчитанных фоновых концентраций с имеющимися литературными данными. Рассчитанные значения лежат в пределах разброса опубликованных данных.

Таблица 6.4.

Фоновые значения элементов в растениях (Косинова, 1999)

Элемент	Содержание в весовых %	Элемент	Содержание в весовых %
1	2	1	2
Марганец (Mn)	0,75	Титан (Ti)	0,1
Никель (Ni)	0,005	Ванадий (V)	0,006
Кобальт (Co)	0,0015	Хром (Cr)	0,025
Молибден (Mo)	0,062	Висмут (Bi)	0,00000005
Вольфрам (W)	0,0000005	Олово (Sb)	0,0005
Ниобий (Nb)	0,00003	Бериллий (Be)	0,0002
Медь (Cu)	0,02	Фосфор (P)	7
Свинец (Pb)	0,001	Стронций (Sr)	0,003
Серебро (Ag)	0,0001	Барий (Ba)	0,01
Бор (B)	0,04	-	-

Особое внимание при биохимическом анализе было уделено барию. Это связано со значительным разбросом кларковых значений бария по различным литературным данным. Так, в соответствие с работой А.И. Перельмана (1961 г.) – 0,0 n%; по Б.В. Виноградову –

0,003%, по В.А. Алексеенко (2000г.) – 0,01%.

По экспериментальным исследования, проведенным в пределах КМА, кларк бария в золе растений составляет 0,01%. В этой связи проведение анализа степени концентрирования бария в золе растений не представляется возможным.

Рассчитанные таким образом, фоновые значения элементов представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5

Фоновые концентрации элементов в растительности,

рассчитанные методом гистограмм

Элемент	**Содержание в весовых %**
Zr	0,001885
Y	0,000138
Yb	0,000019
Ga	0,000085
Zn	0,00507

Расчет коэффициентов концентрации элементов проведен по формуле (3):

$$K_к = C / C_Ф \qquad (3)$$

где С – концентрация элемента в исследуемой пробе (%); $C_ф$ – фоновые значения концентраций ингредиентов определенных для данной территории (%);

Биохимические показатели, позволяющие оценивать состояние экосистем, представлены в таблице 6.6. Соотнесение содержания токсических элементов в биоматериале и тератологических измерений позволяют дать полную характеристику состояния растительности.

Анализ полученных результатов выявил группу элементов, значения которых превышают фоновые концентрации. Среди них: Ba, Pb, Ga, Cu, Y, Yb, Zr. Для элементов, по которым имеются критерии оценки, построены карты оценки загрязнения растительного покрова в пределах 10-ти километровой зоны влияния Михайловского промрайона (Ba, Pb, Ga, Cu). Для элементов, превышающих фоновые концентрации, критерии оценки для которых не определены, построены карты

загрязнения растительности (Y, Yb, Zr).

Таблица 6.6

Биохимические показатели нарушенности экосистем
(Критерии выделения…, 1992; Виноградов, 1999)

Показатели	***Экологическая зона:***			
	Норма	Риск	Кризис	Бедствие
	Корреляция с классами состояния эколого-геологических условий (по В.Т.Трофимову)			
	Удовлетворитель-ный (У)	Условно-удовлетворительный (УУ)	Неудовлет-воритель-ный (Н)	Катастро-фический (К)
Содержание (соотношение) в сухой массе травянистых растений C:N	8-12	6-8	4-6	<4
Pb, Cd, Hg, Ni, Cr, As, Sb по превышению ПДУ	1,1-1,5	2-4	5-10	>10
F, мг/кг	10-12	20-50	50-200	>200
Cu, мг/кг	10-20	30-70	80-100	> 100
Содержание Tl, Be, Ba по превышению фона	< 1,5	2-4	5-10	>10
Al, Sn, Bi, Te, Wo, Mn, Ga, Ge, In, It по превышению фона	1,5-2,0	2,0-10	10-50	>50
Zn, мг/кг	30-60	60-100	100-500	>500
Fe, мг/кг	50-100	100-200	100-500	>500
Mo, мг/кг	2-3	3-10	10-50	>50
Co, мг/кг	0,3-1,0	1-5	5-50	>50

Состояние почвенного покрова в значительной мере оказывает влияние на биотическую компоненту ЭГС. Негативное воздействие загрязнения абиотических компонентов ЭГС отражается на состоянии растительного покрова. Состояние биоты является индикатором экологического благополучия территории вследствие миграции элементов в системе «горные породы – подземные воды – газы – почва – биота». Под биотой будем понимать совокупность всех живых организмов, включая человека, связанных посредством обмена энергией и питательных веществ в единое целое. Это единое целое есть экологическая пирамида, фундамент пирамиды – автотрофные растения, которые трофически связаны с вершиной пирамиды – человеком.

В.М. Захаровым, А.С. Барановым, В.И. Борисовым и др. (2000) в

рамках программы «Биотест» разработана методика исследования оценки состояния растительности. Суть *тератологического метода* заключается в изучении влияния абиотических компонентов ЭГС на биоту, в частности на растительные организмы, которые в свою очередь являются биоиндикаторами состояния приповерхностной части литосферы. В настоящей работе тератологический метод использован как дополнительный и уточняющий результаты биогеохимических исследований.

Растительная биомасса быстро реагирует на различные стрессовые воздействия, на отклонение от оптимума условий существования. Лимитирующие факторы могут быть как естественные (изменение температуры, влажности, химического состава и т.д.), так и техногенные, которые по сравнению с естественными отличаются более катастрофичным характером проявления. Ответом на стресс (если его воздействие не выходит за пределы зоны угнетения, т.е. не приводит к гибели организма) является значительное изменение морфоструктуры растения (например, изменение формы, размера листовой пластины, удлинение или укорачивание стеблевидного черешка, утолщение кутикулы и др.) Одним из признаков естественного состояния является симметрия листовой пластины (двусторонняя симметрия). Появление асимметрии свидетельствует о наличии неблагоприятных факторов в природной среде.

Метод изучения симметричности растений прост и характеризуется однозначностью интерпретации. Вследствие этого является одним из достоверных при изучении воздействия изменений в геологической среде, в данном случае загрязнения, на биоту.

В качестве объекта исследований были выбраны листовые пластины одуванчика Taraxacum officinale Web. У данного вида хорошо выражены элементы строения листовой пластины, также он отличается практически повсеместным распространением. В естественном

состоянии листья являются симметричными (Захаров, Баранов, Борисов, 2000). Опытно-методические работы по изучению симметрии Taraxacum officinale Web проведены в пределах заповедной зоны Усманский Бор.

Методика проведения тератологических исследований предполагает выполнение полевых и аналитических работ. В основу сети наблюдения положен техногенно ориентированный подход. Начальной точкой сети отбора растительных проб является хвостохранилище, как наиболее экологически опасный объект. Направление профилей соответствует преобладающим ветром за пять лет (1996-2000 гг.), а именно северо-восточное направления. Шаг отбора проб – 1 км. При невозможности отбора строго по профилю в той или иной точке проба отбиралась в допустимом радиусе (200 м) около обозначенного листа с пометкой в привязке. С каждой точки отбиралось по 5 проб растительности по методу конверта. В каждом узле конверта берется среднее значение по 5 пробам.

Лабораторная обработка полевого материала сводится к расчету коэффициента асимметрии листовой пластины.

$Ka = \frac{S_1}{S_2} \cdot 100\%$, где

S_1 – площадь меньшей половины листа, см^2;

S_2 – площадь большей половины листа см^2.

По результатам пяти коэффициентов с каждой пробы высчитываются средние значения коэффициента асимметрии (Ка) для каждой пробы(Крутских, 2002). По полученным данным выделяются следующие градации экологической оценки состояния среды в корреляции с классами состояния эколого-геологических условий

Таблица 6.7.

Экологическая зона:			
Норма	Риск	Кризис	Бедствие
Ка > 95% -	95%>Ка>85%	85%>Ка>75%	Ка<75%

Экологическая зона:			
Норма	Риск	Кризис	Бедствие
Ка > 95% -	95%>Ка>85%	85%>Ка>75%	Ка<75%
Корреляция с классами состояния эколого-геологических условий* (по В.Т.Трофимову)			
Удовлетворительный **(У)**	Условно-удовлетворительный **(УУ)**	Неудовлет-ворительный **(Н)**	Катастро-фический **(К)**

6.2. Результаты эколого-геологических исследований

6.2.1. Оценка загрязнения почвенного покрова

Оценка загрязнения почвенного покрова в пределах Михайловского промрайона проведена на основе построения тематических карт загрязнения элементами различной степени токсичности .

Основная территория Михайловского промрайона характеризуется допустимой степенью загрязнения почв элементами 1 класса опасности. Однако в пределах района исследования выявлены несколько зон, где суммарный показатель загрязнения достигает опасных и высоко опасных значений. Одна из зон расположена севернее г. Железногорска и вытянута вдоль р. Речица. При этом здесь выделены следующие зоны загрязнения почвенного покрова:

умеренно опасное 8<СПК<16

опасное 16<СПК<32

высоко опасное 32<СПК<128

Общая площадь очага загрязнения составляет около 8 км^2, при этом на долю зоны с высоко опасной степенью загрязнения приходится около 3 км^2. Другая крупная зона загрязнения почв расположена в 3 км юго-восточнее карьера и включает южную часть отвала №6, часть р. Песочная. Площадь данной зоны составляет около 10 км^2. На долю высоко опасной зоны приходится около 2 км^2. Ведущим элементом загрязнителем в пределах этих зон является свинец, коэффициент концентрации которого превышает значение 70. Высокие концентрации

* Далее по тексту корреляция экологических зон с классами состояния эколого-геологических условий будет приведена в скобках соответственным буквенным индексом: **(У); (УУ); (Н): (К).**

прослеживаются также по цинку.

Локальная зона загрязнения почв тяжелыми металлами 1 класса опасности выявлены юго-восточнее г. Железногорск и расположена на р. Речица. Площадь зоны менее 1 км^2. Здесь также преобладающим элементом загрязнителем является свинец.

Выявленные аномальные зоны были проверены путем контрольного опробования, проведенного в мае 2003 года по тем же точкам. Результаты спектрального анализа не подтвердили ранее определенных (ноябрь-декабрь 2002 года) аномальных зон: так содержание свинца в пробе 3-159 составляет (в мг/кг) 11,9; 3-238 – 5,9; 3-411 – 11,9 ; 3-412- 17; 3-418- 11,9; 3-419 – 8,4; 3-421-11,9 ; 3-422-17; 3-447- 11,9. Такие контрастные значения свинца в почвенном покрове в пределах выделенных участков требуют более детальных исследований.

Небольшая зона загрязнения почв свинцом расположена на левом берегу р. Чернь к востоку от пос. Плоское. Здесь выявлены зоны умеренно опасной и опасной степени загрязнения. Площадь зоны менее 1 км^2.

В меженный период в пределах участков с опасной и чрезвычайно опасной степенью загрязнения были отобраны дополнительные пробы, которые показали допустимые значения содержания элементов 1 класса опасности. Так в пробе 3 - 159 содержание свинца и цинка (в мг/ кг) составляет 11,9 и 75,1 соответственно, 3-238 - 5,9 и 75,1; 3-411 - 11,9 и 75,1; 3-412 – 17 и 75,1; 3-418 - 11,9 и 75,1; 3-419 - 8,4 и 75,1; 3-421 - 11,9 и 75,1; 3-422 – 17 и 75,1; 3-447 - 11,9 и 276,8.

Степень загрязнения почвенного покрова элементами 2 класса опасности в пределах территории Михайловского промрайона характеризуется допустимыми значениями. Однако в северной части встречаются небольшие зоны с умерено опасной степенью загрязнения почв, площадь этих зон составляет менее 1 км^2. Загрязнение почвенного покрова элементами 3 класса опасности и элементами с неопределенной

степенью токсичности не превышает допустимых значений.

Анализ состояния почвенного покрова территории Михайловского промрайона в пределах 10-ти километровой зоны влияния позволяет сделать следующие выводы:

1. Благоприятная оценка состояния почвенного покрова по содержанию элементов первого класса опасности в зоне влияния МГОКа может быть полностью подтверждена результатами мониторинга выделенных аномальных зон.

2. Степень загрязнения почвенного покрова элементами 2, 3 класса опасности и элементами с неопределенной степенью токсичности характеризуется допустимыми значениями.

6.2.2. Анализ распределения тяжелых металлов в грунтах зоны аэрации

Проблема распределения тяжелых металлов в грунтах зоны аэрации является задачей специальных исследований. В настоящей работе почвообразующие породы рассматривались с целью выяснения их возможного влияния на геохимические характеристики почвенного покрова, определения возможности миграции загрязняющих элементов.

Анализ сети опробования. Распределение тяжелых металлов в грунтах зоны влияния МГОКа изучалось в шурфах глубиной до 2 метров. Система их размещения выбрана из учета физико-географических особенностей территории и близка к радиально-концентрической. При этом учитывались главные направления и механизмы формирования потоков рассеяния металлов от основных техногенных источников: - карьера, окружающих его отвалов и хвостохранилища. Основной способ разноса от техногенных источников очевидно атмосферный и распределение техногенных металлов во многом зависит от розы ветров.

В то же время поверхностный сток для северной - северо-западной

части территории направлен как раз, наоборот, к эпицентру. Результирующая этих двух противоположных векторов разноса поллютантов будет зависеть от интенсивности каждого из них, и также от влияния– литологических, фильтрационных, биологических и др. факторов. Мередианальные линии шурфов здесь проложены по водоразделам правых притоков р. Свапы. Кроме того, на севере изученной площади образуется широтная линия шурфов, по верховьям этих притоков уже на водоразделе бассейнов рек Свапы и Оки. Также сформированы две линии шурфов северо-восточного простирания, ориентированные с учетом розы ветров и направления железной дороги. Со сгущением по широтной дуге, охватывающей карьер и отвалы с севера, заложено ряд шурфов на расстоянии около 2 км. На остальной территории к востоку и югу от карьера направления водных и атмосферных потоков близки.

Интенсивность просачивания метеоосадков и аккумуляция металлов на глубинных геохимических барьерах контролируется литологией пород. В значительной части шурфов вскрыты покровные суглинки. Доля песков и супесей менее значительна. Они в основном распространены на левобережье Свапы, а также на водоразделе двух ее правых притоков Рясника и Черни. Условия фильтрации и аккумуляции металлов в песчаных и глинистых грунтах различны, как и кларки этих пород, поэтому геохимическую их характеристику следует рассматривать раздельно. Вместе с тем необходимо отметить, что при общей тенденции меньшего накопления металлов в песчаных породах имеются случаи их концентраций на уровне глинистых пород. Вполне возможно, что это связано с гранулометрическим составом первых, с наличием существенной глинистой примеси, но нельзя исключать и возможного влияния локальных ландшафтных условий, в том числе и техногенных. Для однозначных выводов требуются данные гранулометрического и минералогического составов пород и детального

обследования техногенной нагрузки в таких местах.

Литогеохимические пробы в шурфах отбирались на четырех уровнях по глубине: 0,5 м; 1 м; 1,5 м и 2 м. Установлены статистически более значимые различия концентрации металлов в суглинках по глубине, поэтому они характеризуются раздельно. В песчаных породах такая дифференциация выражена заметно слабее, поэтому раздельной характеристики распределения по глубинам для них не дается.

Оценка радиальной структуры загрязнения пород зоны аэрации. В целом на изученной площади, за исключением отдельных точек отсутствуют достаточно контрастные аномалии тяжелых металлов.

1. Для большинства металлов в суглинках содержание близкое к кларку и нередко ниже его. Исключением является лишь свинец, который чаще всего превышает кларк в 2-3раза.

2. В то же время естественное геохимическое поле изменено, за счет наложения техногенных потоков миграции и появления слабоконтрастных очаговых аномалий, связанных с отдельными отвалами вскрышных пород, хвостохранилищем, свалками отходов производств. В грунтах четко проявлена сравнительно узкая полоса относительно повышенных концентраций металлов, протягивающаяся от карьера и хвостохранилища в северо-восточном направлении. При этом модальных значений они достигают уже на границе изученной части зоны влияния. Можно предполагать распространение шлейфа металлов и за ее пределами. Простирание его совпадает с основным направлением розы ветров, что дает основание считать результатом осаждения из сформировавшегося в течение десятилетий достаточно устойчивого атмосферного миграционного потока. Он образуется как за счет производства взрывных работ, так и пыления с отвалов и хвостохранилища.

3. При достаточной чувствительности анализа для ряда металлов можно видеть вполне закономерное распределение по глубине. Это, скорее всего, связано со строением почвенного профиля, т к. чаще всего максимальные концентрации отмечаются или в почвах или ниже гумусового горизонта на глубине 1.5, т. е. на уровне илювиального горизонта, где обычно с повышением щелочности образуются карбонаты (Перельман, Касимов, 1999). Природа этого явления связана с постепенным уменьшением гумуса с глубиной и соответствующим снижением pH. Эта упорядоченность лучше проявляется в суглинках как при сравнении распределения средних значений по глубине профиля, так и на примере отдельных разрезов. Выделяются две группы элементов, которые различаются зеркальным распределением по глубинам. В первой Mn, Zr, Cu, Pb, Zn, содержание которых возрастает с глубиной, во второй группе лишь два элемента хром и галлий, содержание их с глубиной снижается. В песках подобная дифференциация элементов с глубиной наблюдается гораздо реже, что вероятно связано с лучшими фильтрационными свойствами.

Коэффициенты концентрации, рассчитанные относительно породных кларков отдельно для суглинков и для песчаных пород (супеси, пески), в целом, на порядок выше в последних. При этом значения содержания элементов сопоставимы. Скорее всего, эти различия по Kk отражают лишь различия в кларках, но не уровень загрязнения.

6.2.3. Оценка загрязнения донных отложений

Оценка загрязнения донных отложений тяжелыми металлами проводилась с учетом степени токсичности элементов-загрязнителей. При этом выявлены следующие закономерности загрязнения донных отложений.

Элементы 1 класса опасности. В пределах зоны влияния Михайловского промрайона загрязнение донных отложений элементами

1 класса опасности характеризуется преимущественно допустимыми значениями. Однако встречаются точки, где суммарный показатель концентрации достигает высоко опасных значений. Данные точки расположены в верховьях руч. Коровинский у с. Коровино и в среднем течении р. Белый Немед у с. Змеевка.

Элементы 2 класса опасности. В пределах района исследования донные отложения характеризуются в основном допустимыми значениями содержания элементов 2 класса опасности. Однако встречаются пробы, где содержание тяжелых металлов достигает умеренно опасных и опасных значений. Пробы с умеренно опасным содержанием элементов 2-го класса опасности встречаются в пределах правобережья руч. Погарщина, Речица. Пробы с такой же оценкой загрязнения донных отложений встречены в верховьях р. Чернь у с. Ждановка и ее среднем течении у отвалов. Ведущие элементы загрязнители: хром, никель, молибден, медь.

Опасные концентрации тяжелых металлов 2-го класса опасности встречаются на правом берегу руч. Песчанный, левом берегу руч. Погарщина к югу от г. Железногорск, левом берегу р. Речица у с. Веретенино. Загрязнение в пределах данных точек формируется за счет Ni, Mo, Cr.

Элементы 3 класса опасности. Донные отложения в пределах Михайловского промрайона характеризуются допустимыми значениями. Однако в пределах пос. Березовые Выселки донные отложения характеризуются опасными значениями. Здесь фиксируется повышенное содержание ванадия (Кс=16,7).

Элементы с не установленной степенью токсичности. В пределах рассматриваемой территории фиксируются допустимые значения концентраций данных элементов.

6.2.4. Массивы техногенных грунтов

Большую роль в распространении загрязнения оказывает ***пыление***

отвалов и сухих пляжей хвостохранилища. Отвалы представляют собой искусственно созданные элементы рельефа и расположены в южной и юго-восточной части 10-ти километровой зоны. Отвалы оказывают значительное влияние на метеорологический перенос вещества буровзрывного облака и вещества отвалов. Площадь сухих пляжей достигает значительных величин. Это оказывает неблагоприятное воздействие на растительность прилегающих территорий. Источником редких элементов так же является пыль взрывного облака МГОКа, пыль сухих пляжей хвостохранилища.

Выявлены два фактора влияния распространения загрязнения: 1) роза ветров, 2) сток поверхностных вод. Так, сток основных речных систем в пределах 10-ти километровой зоны влияния МГОКа (р. Речица, р.Чернь, р. Рясник) имеет южное направление. В пределах южной части 10-ти километровой зоны фиксируется загрязнение растительного покрова по всем вышеописанным тяжелым металлам.

6.2. 5. Оценка загрязнения растительности

Формирование техногенных биогеохимических аномалий происходит вследствие активного вовлечения поллютантов в биогеохимический цикл. В значительной мере это происходит в связи с интенсивным развитием промышленности. В пределах Михайловского промрайона выделена группа элементов, содержание которых в растениях, превышает фоновые в несколько раз. Среди них: Ba, Pb, Ga, Cu, Y, Yb, Zr.

Анализ карт выявил две группы элементов по интенсивности загрязнения. Первая группа, характеризующаяся превышением фоновых значений, включает барий и свинец. Во вторую группу входят галлий и медь. Для данной группы элементов характерно загрязнение исследуемой территории на уровне экологического риска. Для иттрия, иттербия и циркония критерии оценки не выявлены, однако

концентрации данных элементов в пределах района исследования превышают фоновые значения в несколько раз.

В пределах Михайловского промрайона фиксируется превышение содержания бария в растительности. Однако неоднозначность кларковых значений, используемых для расчета оценочных показателей, не позволяет провести оценку состояния растительности по данному компоненту.

В районе с. Пасерково максимальные концентраций бария. Южнее с. Михайловка превышение содержания бария над фоновыми значениями варьирует от 20 до 70. Зона экологического кризиса занимает около 25% территории. Участки с такой оценкой территории прослеживаются в центральной, северо-восточной и юго-восточной частях района исследования. В некоторых пробах, расположенных на северо- и юго-востоке территории, коэффициенты концентрации бария характеризуются состоянием экологического риска (УУ)*. Изучение состояния растительности по её загрязнению барием проводилось в рамках ГЭИК 50. Выявлено, что кризисные значения (Н) имеют место по всей территории. Это дает основание предполагать, что источником бария не является карьер и отвалы МГОКа, так как в них отсутствуют карбонатные породы. В то же время западнее и юго-западнее промзоны на поверхность выходят меловые породы (сс. Меловое, Михайловка и др.), которые и могут быть природными источниками повышенного содержания Ba в растительности.

Растения обладают способностью избирательно накапливать те или иные химические элементы, даже если уровни содержания их в субстрате произрастания не превышают фоновых. При этом у различных видов существует определенная специализация по элементам. Кларк бария в земной коре достаточно высокий, поэтому некоторые виды растений, особенно соевые, бобовые, помидоры способны накапливать

* Пояснения смотри к таблице 6.7.

барий в двадцать раз больше чем его содержится в почве, а некоторые морские растения в 1000 раз больше, чем его содержится в морской воде. Более того, уровни концентрации этих элементов зависят и от фенологических фаз и от погодных условий

По литературным данным среднее содержание бария в золе наземных растений составляет: по А.И. Перельману (1961 г.) – 0,0n%, по А.П. Виноградову – 0,003%, по В.А. Алексеенко (2000 г) – 0,01%. Основным требованием при проведении биогеохимических исследований также является проведение их в одну фенологическую фазу, по определенному растительному виду (видам), что следует иметь ввиду при опробовании.

10-ти километровая зона влияния МГОКа по степени загрязнения растительности барием характеризуется высокими значениями. На территории Михайловского промрайона по загрязнению растительности свинцом выделены все ранги состояния от нормы (У) до бедствия (К). Повышенное содержание свинца в растительности наблюдается в окрестностях с. Михайловка. Здесь площадь территорий экологического бедствия (К) и кризиса (Н) составляет около 30 км^2. Максимальные значения Кк по свинцу составляют 36,8. Высокие значения Кк свинца прослеживаются в пределах истока р. Рясник, р. Несса. Здесь коэффициент концентрации свинца в золе растений достигает 25, что соответствует зоне экологического бедствия. Южнее пос. Мартовский выявлены зона экологического кризиса (Н) и бедствия (К). Общая площадь зон составляет около 10 км^2. Максимальные коэффициенты концентрации здесь составляют 12,25. Значительная площадь изучаемого района характеризуется состоянием экологического риска (УУ) . Такие зоны занимают около 50% от общей площади.

Центральная часть 10-ти километровой зоны относится к зоне экологической нормы (У). Основное загрязнение сконцентрировано в периферийных частях. Так, зона экологического риска (УУ) занимает

около 40% и распространяется по контуру 10-ти километровой зоны. Зоны экологического кризиса (Н) и бедствия (К) выявлены в юго-западной части. Площадь аномальной зоны составляет около 15 км^2. Локальные зоны кризиса (Н) встречаются по всей территории.

Территориальная дифференциация загрязнения растений свинцом, выявленного в золе, связана с различными источниками. К ним относятся промышленные предприятия, расположенные в 10-ти километровой зоне и вне ее. Основным источником является транспорт. В местах крупных дорожных развязок, стоянок, гаражей, ремонтных мастерских и т.д. зона распространения свинца во всех компонентах природной среды достигает 50м.

Загрязнение растительности галлием характеризуется состоянием нормы (У) и риска (УУ). Юго-восточнее г. Железногорск выявлен участок экологического кризиса (Н), здесь коэффициент концентрации галлия достигает 9. Высокие показатели коэффициента концентрации прослеживаются в пределах восточной части г. Железногорск, карьера и соответствуют состоянию риска (2<Кк<5). Зона риска (УУ) фиксируется также южнее отвала №5 и простирается в меридиональном направлении до с. Михайловка. Высокие значения коэффициента концентрации галлия наблюдаются на междуречье р Песочная и р. Свапа (Кк от 2 до 5). В пределах северной части хвостохранилища (отсек №3) коэффициент концентрации галлия достигает 3. Около 10% 10-ти километровой зоны относится к состоянию экологического риска (УУ). Эти участки расположены севернее карьера, а также в периферийной части зоны южнее отвалов. Локальные зоны экологического кризиса (Н) выявлены в юго-западной части отвала №5 и восточнее г. Железногорск (площадь зон менее 3 км^2).

Содержание меди в растительности не высоко. Однако в пределах территории выявлены локальные участки, где уровень загрязнения достигает значений экологического риска (УУ). Такие зоны

прослеживаются в северной части района исследования, в пределах истока р. Рясник, р. Речица, западнее и восточне с. Михайловка. Максимальные значения концентрации меди составляют 38 мг/кг .

10-ти километровая зона характеризуется состоянием экологической нормы (У). Локальные зоны экологического риска (УУ)встречаются в северной ее части.

Превышения концентрации иттрия в растительности в пределах исследуемого участка наблюдается повсеместно (Кк>1). Наиболее загрязнены территории, прилегающие к карьеру и г. Железногорск. Здесь коэффициент концентрации иттрия варьирует от 4 до 9. Площадь зоны с такими значениями Кк составляет около 55 км^2. В юго-западной части исследуемой территории также фиксируются зона с Кк>4. Локальные зоны с высокими значениями коэффициента концентрации прослеживаются в восточной и северной частях Михайловского промрайона. Центральная часть 10-ти километровой зоны характеризуется значениями коэффициента концентрации иттрия менее 2. Наиболее загрязненными являются ее периферийные части. Около 50% территории занимает зона с Кк от 2 до 4. Территории, прилегающие к карьеру и г. Железногорск, характеризуются значениями коэффициента концентрации иттрий от 4 до 9. Площадь данной зоны составляет около 55 км^2.

Коэффициенты концентрации иттербия в золе растений в пределах Михайловского промрайона характеризуются повышенными значениями. Так на значительной территории прослеживаются зоны загрязнения растительности иттербием, Кк>1. Зоны, в пределах которых Кк иттербия изменяется от 4 до 6 составляет около 50% территории. Данные участки расположены в восточной и южной частях исследуемого района, а также в пределах карьера. Севернее г. Железногорск выявлены территории, где коэффициент концентрации иттербия превышает 10 (максимальное значение Кк=17,4). Эти участки

входят в 10-ти километровую зону влияния МГОКа. В пределах данной зоны, территории характеризующиеся Кк от 2 до 4 охватывают хвостохранилище, южную часть отвалов №7, №6, №5, а также выявлены на участке между г.Железногоск и карьером и занимают около 15% территории.

Значительная часть Михайловского промрайона характеризуется коэффициентами концентрации по цирконию от 1 до 2. В южной части исследуемого района фиксируется повышенное содержание циркония в растительном покрове (2<Кк<4). Максимальное значение коэффициентов концентраций циркония составляет 12,04. Такие значения фиксируются в северной части хвостохранилища. Здесь фиксируется аномалия повышенного содержания циркония в растительности площадью около 15 км^2. В районе с. Михайловка также формируется зона, где коэффициент концентрации циркония изменяется от 4-12. Площадь зоны около 15 км^2.

В пределах 10-ти километровой зоны влияния МГОКа загрязнение растительности цирконием не велико. Однако встречаются участки, где Кк циркония изменяется от 2 до 4. Такие участки занимают около 10% территории и расположены в южной части данной зоны, а также приурочены к водоразделам р. Речица, р. Рясник и р. Чернь.

Проведенный анализ позволил сделать следующие выводы:

Основным элементом загрязнителем растительного покрова в пределах зоны влияния Михайловского ГОКа является барий. Высокие концентрации бария фиксируются повсеместно. Предположительно его источником являются меловые породы, выходящие на дневную поверхность в западной и южной частях территории. Повышенные значения коэффициента концентрации свинца в растительности привязаны к основным транспортным путям и развязкам. Содержание галлия и меди в растительном покрове невелико, их повышенные содержания встречаются эпизодически как по всей территории, так и в

пределах 10-ти километровой зоны. Высокие содержания галлия и иттрия приурочены к водосборным площадям. Превышение фоновых значений иттербия и циркония в 2-4 раза фиксируются на расстоянии от 5 до 10 км от основных источников выбросов.

6.2.6. Тератологические исследования

В ходе камеральной обработки материала были подсчитаны средние коэффициенты асимметрии по 100 точкам (табл.6.8). Минимальное значение 69,76, максимальное 96,52, средне значение 85,15. Также была подсчитана мода, т.е. такое значение признака, которое наблюдается большее число раз. Для данного дискретного вариационного ряда мода равна 80,4. Это значение показателя соответствует зоне экологического кризиса (Н).

По полученным коэффициентам асимметрии были построены графики (кривые) распределения. Распределением случайных величин будем считать всякое соотношение между возможными значениями случайной величины и соответствующим им вероятностям. При графическом изображении распределения в прямоугольной системе координат по оси абсцисс откладывают возможные значения случайной величины, а по оси ординат – соответствующие вероятности, или иными словами, количество попаданий в значение данной случайной величины. Затем строятся точки (x_i, p_i) и соединяются в кривую. Расстояние между точками (x_{i-1}, x_i) их значений называют карманами (или шагом) распределения, задаются в каждом случае конкретно (табл. 6.9).

Были построены 3 графика распределения. По оси абсцисс откладываются значения Ка от 68 до 98 (близкие целые значения к min и max) (рис. 6.1). Математический смысл на примере кармана 2 будет следующий:

от 68 до 70 – 0 значений Ка;

от 70 до 72 – 1 значений Ка;

от 72 до 74 – 0 значений Ка и т.д.

Наиболее четко распределение отражает комуллитивная кривая №2 (с карманом 40), которая дает более обще объемное изображение ситуации. При более дробных карманах (1, 2) картина представляется нечетко.

Распределение в нашем случае подчиняется закону нормального распределения (с max значения в т. А и симметричности кривой относительно прямой, проходит через эту точку).

Таблица 6.8.

Значения коэффициентов асимметрии по точкам опробования

№ точки	Средний коэффициент асимметрии	№ точки	Средний коэффициент асимметрии	№ точки	Средний коэффициент асимметрии	№ точки	Средний коэффициент асимметрии
1	81,74	41	88,08	73	88,08	110	88,08
2	80,4	42	88,08	74	88,08	111	88,08
3	87,74	43	88,08	75	88,08	112	88,08
4	89,4	45	88,08	76	88,08	min	69,76
5	85,68	46	88,08	77	88,08	max	96,52
6	89,02	47	88,08	78	88,08	ср.знач.	85,14771
7	89,22	48	88,08	79	88,08	мода	80,4
8	93,02	49	88,08	80	88,08	медиана	85,26
9	84,56	50	88,08	81	88,08		
10	85,36	51	88,08	82	88,08		
11	84,36	52	88,08	83	88,08		
12	90,4	53	88,08	84	88,08		
13	88,82	54	88,08	85	88,08		
14	90	55	88,08	86	88,08		
18	82,26	56	88,08	87	88,08		
19	88,84	57	88,08	89	88,08		
21	84,18	58	88,08	90	88,08		
22	88,66	59	88,08	91	88,08		
23	84,9	60	88,08	92	88,08		
24	78,02	61	88,08	93	88,08		
25	84,8	62	88,08	94	88,08		
26	79,38	63	88,08	95	88,08		
27	92,78	64	88,08	97	88,08		
29	86,28	65	88,08	98	88,08		
30	86,4	66	88,08	99	88,08		
32	83,2	67	88,08	100	88,08		
33	69,76	68	88,08	102	88,08		
34	85,64	69	88,08	106	88,08		
35	84,58	70	88,08	107	88,08		
36	82,6	71	88,08	108	88,08		
37	76,08	72	88,08	109	88,08		

Таблица 6.9.

Карманы распределения и соответствующие им частоты

Карман 2	Частота	Карман 1	Частота	Карман 4	Частота
68	0	68	0	68	0
70	1	69	0	72	1
72	0	70	1	76	1
74	1	71	0	80	9
76	0	72	0	84	25
78	4	73	1	88	31
80	5	74	0	92	26
82	12	75	0	96	3
84	13	76	0		
86	19	77	2		
88	12	78	2		
90	16	79	1		
92	10	80	4		
94	2	81	6		
96	0	82	6		
98	1	83	5		
		84	8		
		85	10		
		86	9		
		87	8		
		88	4		
		89	8		
		90	8		
		91	6		
		92	4		
		93	1		
		94	1		
		95	0		
		96	0		
		97	1		
		98	0		

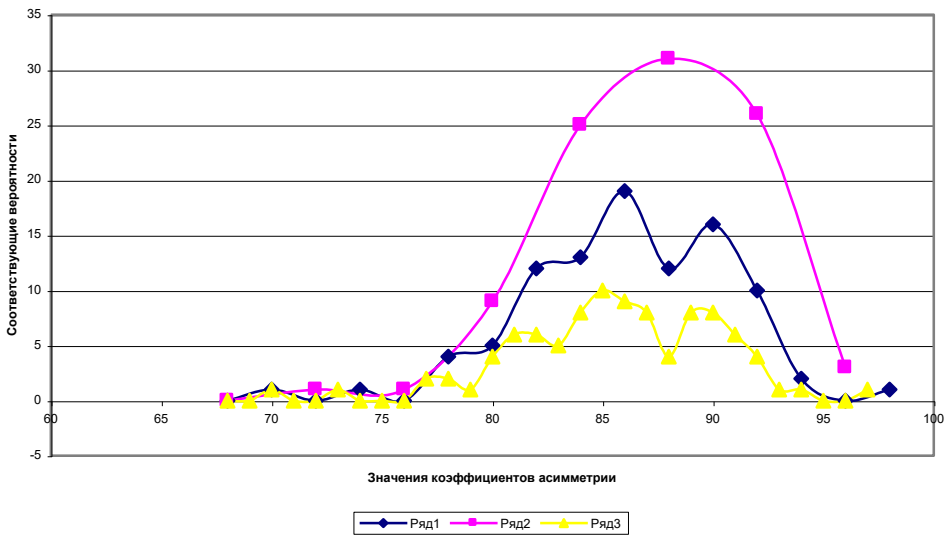


Рис. 6.1. Кривые распределения значений коэффициентов асимметрии

Мода для данной кривой распределения будет равна 88,2. В этом случае мода отражает значение, при котором плотность распределения имеет максимум, т.е. случайная величина имеет наибольшую вероятность. Значение 88,2 соответствует зоне экологического риска (УУ). Медиана равна 85,26. Медиана отражает значение признака, приходящееся на середину ранжированного дискретного ряда наблюдений. Данное значение также соответствует зоне экологического риска (УУ).

Отклонения от значения симметрии вызываются многими факторами, более или менее независимыми друг от друга (естественными и техногенными). Однако наибольшее отклонение фиксируют максимальные техногенные влияния (естественные факторы не меняются в течение длительного времени, в то время как техногенные влияния усиливаются на протяжении разработки месторождения).

Учитывая вышеприведенные данные, можно сделать вывод о отнесении состояния ЭГС в зоне воздействия МГОКа к зоне экологического риска (Ка 85-95%) (УУ).

Следует отметить частичное отклонение кривой распределения от нормального распределения (значение абсциссы 68-78). Это интерпретируется как тяготение дискретных случайных величин (Ка<85%) к значениям зоны экологического кризиса (Н) и бедствия (К).

Результаты статистического анализа подтверждаются картой состояния растительного покрова. В пределах исследуемой территории выявлена зона экологического кризиса (Н), которая имеет вытянутую конфигурацию. Азимут простирания данной зоны составляет 45^0. Зона экологического кризиса (Н) включает основные техногенные объекты (карьер, отвалы, ФОК, ДОК, хвостохранилище), ее площадь - около 200

км^2.

Зоны экологического риска (УУ)— эпизодически расположены в северо-западной и юго-восточной частях Михайловского промрайона. Данные зоны удалены от основных техногенных объектов.

Биоиндикационные методы в целом применяются при изучении эколого-геологических систем как определенного объема литосферы с находящейся в ней и на ней биотой (Трофимов, 2002). Применение биоиндикационных методов обосновано тем, что они способны дать общую информацию об экологическом состоянии системы.

Эколого-геологические объекты горнодобывающего класса являются областью наиболее эффективного применения этих методов. Поскольку горнодобывающие объекты максимально преобразуют ресурсную, геохимическую, геодинамическую экологические функции литосферы, важно изучение взаимосвязи компонентов литосферы и биоты, выявление принципиальных особенностей технологий и разработок без нарушения целостности объектов.

В итоге террателогических исследований территории Михайловского промрайона установлено:

- значительные изменения наблюдаются в морфологическом строении листьев. Во-первых, прожилки листьев (центральные, боковые) часто окрашены в красно-коричневый цвет. Хроматофором являются соединения железа. По-видимому, высокие концентрации железа в почвах, техногенных грунтах, грунтах зоны аэрации являются причиной его преобладания в биогеохимических циклах веществ. Во-вторых, контурная линия листовых пластин сильно расчленена, причем наблюдается прямая зависимость между формой и коэффициентом асимметрии: чем более асимметричен лист, тем сильнее расчленена контурная линия, т.е. тем более проявлены деградационные тенденции. В-третьих, листовые пластины с внутренней стороны покрыты ворсинками, которые заметны на ощупь и визуально. Функция

ворсинок: они расположены на нижней стороне листа, там же, где и устьичные клетки, через которые происходит дыхание и газообмен листьев, ворсинки же улавливают пыль, препятствующую процессу газообмена. Поэтому повышенное количество ворсинок свидетельствует о повышенной запыленности территории.

- значение моды коэффициента асимметрии, т.е. максимум вероятности случайных величин, составляет 88,2. Это значение соответствует зоне экологического риска (УУ).

- в качестве тенденции можно отметить тяготение кривой распределения в сторону уменьшения значения коэффициента асимметрии, т.е. к значениям зоны экологического кризиса (Н)- 95%<Ка<85%.

6.2.8. Специфика изменения эколого-геологических условий в пределах Михайловского промрайона

Особенностью Михайловского промрайона является плотное территориальное сопряжение градо-промышленного, аграрного и элементов техноструктуры. В этой связи большое значение имеет оценка состояния почвенного покрова и растительности.

Важной ***эколого-ресурсной проблемой*** района на момент проведения исследований является дефицит ресурсов питьевой воды.

Хозяйственно-питьевое и производственно-техническое водоснабжение г. Железногорска и промышленных предприятий осуществляется за счет водозаборов, эксплуатирующих ряжский, бат-келловейский, альб-сеноманский и современный аллювиальный водоносные горизонты, а также вод подземного дренажного комплекса Михайловского карьера и поверхностных водоемов. Водоснабжение сельскохозяйственных объектов и населенных пунктов осуществляется посредством эксплуатации различных водоносных горизонтов одиночными водозаборными скважинами. Всего в районе работ имеется

порядка 75 действующих водозаборных скважин.

Значительная депрессионная воронка, сформировавшаяся в результате дренажных работ, привела к сработке уровней основных водоносных горизонтов и уничтожению приповерхностных. В результате также фиксируется нарушение баланса взаимодействия поверхностных и подземных вод.

Актуальной проблемой в районе зоны влияния МГОКа стала *деградация почвенного покрова*. На территории, площадь которой составляет около 20% исследуемого района, почвы механически уничтожены, частично перенесены в отвалы. Это районы карьера, отвалов, хвостохранилищ.

Ведущие экзогенными геологическими процессами (ЭГП) осложняющими ***эколого-геодинамические условия района*** является овражная эрозия, развивающаяся на склонах балок и на бортах долин мелких водотоков. Значительно меньшую роль играют: склоновые гравитационные процессы, боковая эрозия (р. Свапа), донная эрозия (днища балок), переработка берегов (Копенковское водохранилище), суффозионно-просадочные процессы (юго-восточная часть территории). Широко распространены также процессы плоскостного смыва и связанной с ним эрозии почвенного покрова.

По сумме прямых и косвенных признаков участки территории с очень высоким уровнем пораженности ЭГП, предположительно связанны с узлами пересечения неотектонически активных зон. Большинство конкретных проявлений ЭГП либо расположены в пределах неиспользуемых земель, либо не оказывают прямого влияния на хозяйственную деятельность населения ввиду малой интенсивности (суффозионно-просадочные явления). С учетом потенциального воздействия на техногенные объекты отмечается участок в междуречье рек Рясник и Чернь (к северу от карьера), где имеются очистные сооружения и крупные транспортные коммуникации.

Техногенно-активизированные ЭГП представлены деформационными процессами, возникающими на бортах железорудного карьера и откосах некоторых отвалов. Они оказывают существенное негативное влияние на разработку Михайловского месторождения и являются предметом специальных мониторинговых работ МГОК.

Процессы *изменения уровня грунтов вод* обусловлены двумя основными факторами: 1) созданием крупных искусственных водоемов; 2) нарушением естественных условий стока атмосферных осадков и талых вод в связи с техногенным преобразованием рельефа. Проявления процессов первой группы сосредоточены в основном вблизи хвостохранилища и Копенковского водохранилища. Для района хвостохранилища отмечается прогрессирующее развитие подтопления территории, а также формирование многочисленных застойных водоемов по периферии отсечных дамб. В долине р. Песочной ниже головной дамбы дешифрируются также участки заболачивания поймы. Негативное экологическое состояние этой территории усугубляется процессами осолонения периферических водоемов, уровень воды в которых ниже, чем в хвостохранилище.

В районе Копенковского водохранилища процессы подтопления и заболачивания развиваются локально: вдоль пологого южного берега, на расположенных выше по течению участках поймы р. Свапы, приустьевых участках долин ее притоков. Отмечаются они также вокруг рыбохозяйственных прудов, созданных на поймах рек Свапа и Песочная.

Нарушения естественного стока отчетливо фиксируются вокруг железорудного карьера, на площадях отвалов и по их периферии в виде участков повышенной влажности почв и грунтов и многочисленных водоемов, маркирующих локальные понижения техногенного рельефа. Участки подтопления отмечаются также в пределах городской застройки

(г. Железногорск) и на узлах транспортных коммуникаций.

Как правило, большинство отмеченных ЭГП вызывают миграцию зооценозов, деградацию фитоценозов и их смену, вспышку распространения в зоне подтопления популяции насекомых, рост ОРВИ и аллергозов – в первую очередь у детского населения, и в общем случае ухудшение эпидемиологической ситуации.

Степень геохимического воздействия указанных объектов на окружающую среду оценивается по соотношению средних значений показателей, рассчитанных по пробам, отобранным в буферной зоне и за ее пределами. Дополнительно рассмотрены усредненные гидрохимические характеристики поверхностных вод бассейнов стока, в наибольшей степени подверженных влиянию соответствующих объектов.

Для *карьера* степень геохимического воздействия составляет 3% в зоне 5 км и 2% в зоне 10 км. В наибольшей степени зональные ореолы влияние карьера проявляются в снежном покрове (22% и 14%), техногенных почво-грунтах (12% и 2%) и породах литогенной основы (6% и 3%). По остальным параметрам явной тенденции нарастания в сторону карьера не отмечается. Для бассейна р. Чернь характерны повышенная мутность, относительно высокое содержание взвешенных веществ, железа и окислов азота. Средний уровень загрязнения вод примерно соответствует уровню загрязнения снега.

Для *хвостохранилища* в зоне 5 км степень геохимического воздействия оценивается примерно такой же величиной (2%). В наибольшей степени оно проявляется в загрязнении снега (37%) и льда (62%), тератологических показателях (11%). Породы литогенной основы несколько обогащены микроэлементами, а почвы – заметно обеднены ими. В водах бассейна р. Песочной постоянно повышено содержание взвешенных веществ, сульфатов и хлоридов; периодически отмечается высокое содержание железа.

Для *г. Железногорска* степень геохимического воздействия в зоне 5 км составляет 7%. В наибольшей степени оно сказывается на показателях донных осадков (22%), снега (24%), радиоэкологических параметрах (12%). В меньшей, но достаточно заметной, степени проявляется влияние города также на почвы и биогеохимические показатели. Для бассейна р. Речицы отмечаются повышенное содержание всех соединений азота, высокие значения БПК и ХПК, что, несомненно, обусловлено повышенным поступлением промышленных и бытовых стоков.

Сравнительный анализ приведенных данных позволяет сделать вывод, что мощным загрязнителем территории Михайловского промрайона является промышленно-городская агломерация Железногорска. Ее воздействие является комплексным по характеру и умеренным по интенсивности. Уровень геохимического воздействия основных объектов горнопромышленного комплекса на окружающую среду проявляется в основном в загрязнении подвижных компонентов природной среды (атмосфера, снежный покров, поверхностные воды) Наблюдаемые геохимические отличия почвенного покрова в зоне влияния этих объектов обусловлены в основном заменой естественных почв техногенными грунтами.

Радиационная обстановка. В результате аварии на Чернобыльской АЭС территория Михайловского горнопромышленного района подверглась загрязнению радионуклидами. Последствия Чернобыльского залпового выброса радиоактивных частиц на данной территории выражаются «радиоактивным следом», отчетливо выявляемым по данным различных наземных и аэрогеофизических наблюдений.

В 1990-1991 г.г. Госкомгидрометом СССР была проведена аэрогаммаспектрометрическая съемка территории Курской области, которая выявила участки местности с плотностью загрязнения

радионуклидом ^{137}Cs 1,0-5,0 Ки/км^2. В 1991 году по заказу Госкомчернобыля РФ западным аэрогеодезическим предприятием ГУГК СССР (г. Минск) была издана «Карта радиоактивного загрязнения местности цезием-137 масштаба 1:200000», составленная по состоянию на 28.12.1990 г. по данным аэрогаммаспектрометрических и наземных исследований. С учетом этих данных территория Михайловского промышленного района отнесена к зоне проживания с льготным социально-экономическим статусом. Радиационное загрязнение почв района в настоящее время оценивается значениями от 0,2 до 3,0 Ки/км^2.

В пояснительной записке к карте указано, что на отдельных участках возможно существование локальных «пятен» повышенного загрязнения, которые могут быть выявлены при более детальных исследованиях.

В 1991-93 годах Курской гидрометеослужбой на территории города Железногорска выполнена пешеходная гамма-съемка по сети 200х200 м. Измерения выполнены дозиметром на высоте 1 метр над поверхностью земли. В результате этих исследований было выявлено несколько участков радиоактивного загрязнения, на которых была выполнена детальная гамма-съемка с отбором проб грунта из эпицентров радиоактивных аномалий. Содержание искусственных радионуклидов в атмосферном воздухе и поверхностных водах значительно ниже допустимых уровней.

Радиационное воздействие на население определяется, главным образом, внешним облучением, создаваемым гамма-излучением цезия-137, содержащегося в почве. Доаварийные уровни удельной активности ^{137}Cs на территории Курской области составляли 0.04-0.08 Ки/км^2. По оценкам, основанным на изучении миграционных процессов, интенсивность радиационного воздействия без проведения специальных мероприятий должна снижаться в 2 раза в течение 7-10 лет.

Участки загрязнения территории радионуклидом ^{137}Cs показаны

также в «Атласе загрязнения Европейской части России, Белоруссии и Украины цезием после Чернобыльской аварии», изданном в 1998 г. по программе изучения последствий аварии..

На основании постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся на границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» за № 1582 от 18.12.1997 г. город Железногорск Курской области находится на территории зоны проживания с льготным социально-экономическим статусом. Согласно этому документу - это часть территории Российской Федерации за пределами зоны отчуждения, зоны отселения и зоны проживания с правом на отселение, с плотностью радиоактивного загрязнения почвы радионуклидом цезий-137 от 1,0 до 5,0 Ки/км^2. В указанной зоне среднегодовая эффективная эквивалентная доза облучения населения не должна превышать 1,0 мЗв (0,1 Бэр).

На основании Закона РФ «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиация вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» за № 244-1 от 5 мая 1991 г. на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, осуществляется комплекс различных мер, включая радиоэкологические исследования, для получения достоверной информации об уровнях загрязненности местности радионуклидами. Согласно разделу VI этого закона, юридическим лицам, осуществляющим защитные мероприятия на указанных территориях по собственной инициативе, компенсируются все фактические затраты, связанные с проведением указанных мероприятий, в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.

При анализе полученных данных следует обратить внимание на следующие факты:

- средняя мощность экспозиционной дозы гамма излучения по

измерениям дозиметром составляет 19 мкР/час при предельно допустимой дозе 20 мкР/час;

- по результатам радиогеохимического опробования средняя плотность загрязнения почвы радионуклидом ^{137}Cs составляет 1,48 Ки/км^2 при колебаниях от 0,06 (естественный фон) до 5,89 Ки/км^2 (ПДК 1,0 Ки/км^2).

Медико-статистические и демографические показатели. Согласно данным, опубликованным в газете «Железногорские новости» за № 58 от 19 июля 1995 г., в городе Железногорске из года в год ухудшаются демографические показатели: с 1990 года отмечается рост смертности населения, причем трудоспособного возраста; по сравнению с 1989 годом в 1994 году рождаемость снизилась в 1,57 раза.

Анализ смертности населения в городе Железногорске выявляет следующие причины:

- от сердечно-сосудистых заболеваний - 54%;
- от злокачественных опухолей - 19%;
- от травматизма - 12%;
- от болезней органов дыхания - 4,5%.

Показатели заболеваемости в городе Железногорске, как видно из следующей таблицы, выше, чем в целом по Курской области:

Таблица 6.10

Показатели заболеваемости населения

Показатели заболеваемости населения	г. Железногорск	Курская область
Общие заболевания взрослых на 1000 человек	1341,6	945,4
Общие заболевания детей на 1000 человек	2582,8	1397,8

В течение 1991-94 гг. силами Нижегородского института гастроэнтерологии проводились исследования по изучению здоровья детей г. Железногорска. Основные выводы по результатам этих работ

сводятся к следующему:

1. Неблагополучие окружающей среды в г. Железногорске определяется техногенным загрязнением территории металлами и радионуклидами, а также интенсивным электромагнитным излучением.

2. Напряженная экологическая ситуация способствует росту среди детей желудочно-кишечных заболеваний (339,7 на 1000 человек против 100-150 в среднем по России). Это связано с тем, что изотоп ^{137}Cs является ведущим фактором комплексного негативного воздействия на организм ребенка в целом и желудочно-кишечный тракт в частности.

Ограничения хозяйственной деятельности для территории Михайловского промрайона рекомендуется установить на следующих участках:

- в пределах рекреационных территорий (садово-огороднические товарищества);

- на площади уникального природного ландшафта урочища Жидеевский Лес;

- на площадях с высокой интенсивностью процессов деградации почв (ограничения сельскохозяйственной деятельности по выращиванию пищевых и кормовых культур).

Кроме того, в лесных массивах, расположенных к западу от г. Железногорска, населению не рекомендуется производить сбор ягод, грибов и лекарственных растений ввиду возможного наличия локальных участков опасного радиоактивного загрязнения.

Полное запрещение всякой хозяйственной деятельности предусмотрено для водоохранной зоны р. Свапы.

7. 1. Эколого-геологические условия района Стойленского ГОКа

Стойленский ГОК является крупнейшим горнодобывающим и

горнообрабатывающим предприятием центра России. Он занимает площадь около 4000 м^2. Глубина карьера - около 200 м. Добыча богатой руды составляет 4852 тыс. т. Параллельно отработано около 25 тыс. м^3 вскрышной породы, 80% которой - рыхлая вскрыша. Общее количество отходов при Стойленском ГОКе составляет 52747,4 тыс. т/год. Предприятие данной направленности и масштаба оказывает мощное воздействие на окружающую среду.

Территория Стойленского ГОКа представляет чрезвычайно сложную природно-техническую систему, объединяющую комплекс взаимосвязанных геотехнических систем всех существующих функциональных типов, использующих невоспроизводимые и воспроизводимые природные ресурсы. Наиболее экологически опасными в процессе данной технологии являются атмосферные выбросы. Они весьма разнообразны по качеству и количеству. Стойленский ГОК территориально наиболее приближен к г.Старый Оскол. Атмосферные выбросы данного комплекса дифференцируются по промплощадкам:

- карьер - пылевыбросы при буровзрывных работах, в процессе пыления отвалов вскрышных пород, пыление при передвижении тяжелого автотранспорта;

- карьерная промплощадка является как источником пыления при дроблениях пород различного уровня, так и источником газовых выбросов;

- фабричная промплощадка характеризуется пылегазовыбросами через трубы различного диаметра и высоты.

Проведенные исследования были территориально привязаны к основным промышленным площадкам: непосредственно карьеру, карьерной, фабричной площадкам, отвалам, хвостохранилищу. В результате получены следующие экспертные заключения:

1. Основное поступление ингредиентов в окружающую среду

происходит атмосферным путем, включающим атмосферные выбросы из труб различного диаметра, пыление при эксплуатации открытых производственных циклов, пыление отвалов и пыление при буровзрывных работах.

Максимальный уровень загрязнения всех компонентов окружающей среды фиксируется в районе карьера. Его прибортовая часть, располагающаяся в радиусе 550 м, является зоной экологического бедствия (К). Здесь имеет место наиболее интенсивное изменение атмосферы, выражающееся в формировании щелочной реакции среды (pH=8,5), способствующее интенсивной миграции ряда тяжелых и редких металлов.

2. Большинство элементов содержатся в почвенных растворах, грунтах и растениях прибортовой зоны в концентрациях в 100 и более раз превышающих фоновые значения.

Наиболее широкий спектр элементов-примесей отмечен в сланцах. Здесь встречается молибден, кобальт, цинк, свинец.

При отработке карьера буровзрывным способом перемещенные из недр в атмосферу элементы мигрируют в виде тонкой пыли и водных коллоидов. Они не характерны для приповерхностной и поверхностной части, формируют устойчивые химические аномалии во всех компонентах окружающей среды.

Интерпретация полученных данных производилась с учетом приуроченности различных элементов к фракциям пыли от 1 до 0,1 мм и менее 0,1 мм. Выявлено, что к песчаным частицам приурочены молибден, стронций, барий, частично медь, олово, титан. Данное обстоятельство поясняет насыщение перечисленными элементами прибортовых и бортовой зон влияния карьера. Для тонких фракций (<0,1 мм) характерны высокие концентрации титана, ванадия, свинца, марганца, меди, вольфрама. Такие элементы как хром, сурьма, цинк, цирконий, ниобий равномерно встречаются во фракциях различного

диаметра.

Геохимические особенности железисто-кремнисто-сланцевых пород месторождения представлены в табл. 7.1.

Таблица 7.1.

Среднее содержание элементов примесей в различных типах железисто-кремнисто-сланцевых пород (г/кг)

Элементы	Тип пород			
		Кварциты		
	Сланцы	Безрудные	Щелочно-амфиболо-магнетитовые	Куммингтонит-магнетитовые
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
Марганец	2	2	1	0,7
Титан	3,5	0,5	0,03	0,038
Ванадий	0,12	0,005	0,006	0,006
Медь	0,2	0,05	0,05	0,05
Никель	0,06	0,008	0,004	0,005
Хром	0,05	0,02	0,02	0,02
Барий	0,8	0,2	0,2	0,2
Цирконий	0,2	0,05	0,03	0,06

Химические элементы по фациальному профилю железисто-кремнисто сланцевой формации расположены упорядочено. Максимальные концентрации компонентов отмечаются в глинах (сланцах). Сокращение дисперсного материала в рудных фациях является результатом низкого содержания в них тяжелых металлов и редких земель. В ряду магнетитовые кварциты-магнетит-железослюдковые отмечается тенденция к снижению содержания микроэлементов.

Среди элементов-примесей имеют место марганец, титан, барий, ванадий, германий, никель, хром, медь, стронций, цирконий. Они, как правило, не образуют собственных минералов, входят в кристаллические решетки в качестве изоморфных примесей.

В пробах биоматериала определялся коэффициент концентрации металлов по формуле:

$$Кс = \frac{Ci}{Сф}, \text{ где}$$

Кс - коэффициент концентрации элементов (г/кг);
Ci - содержание элемента в растении (г/кг);
Сф - фоновые значения элементов в данном типе растений региона г/кг).

Фоновые содержания элементов в растениях взяты из работы Бойченко Е.А., Виноградова А.П. и др. “Содержание и роль элементов в жизни растений”, 1990 г. Данные исследований сведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2.

Результаты анализа биопроб, отобранных в прибортовой зоне карьера СГОКа

Наименование культуры	Элемент	Фоновые значения (г/кг)	Полученные концентрации (г/кг)	Коэффициент концентрации
Зерновые культуры	Ni	0,00005	0,0006	12
“-”	Mn	0.0075	0,3	40
“-”	Ba	0,00001	0,03	300
Травянисто-кустарниковая растительность	Ni	0,00005	0,001	20
“-”	Mn	0,0075	0,57	76
“-”	Ba	0,0001	0,02	200

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 следует отнести к зоне чрезвычайного экологического бедствия (К). Максимальное загрязнение приурочено к стеблям и листьям травянисто-кустарниковой растительности. Уровень загрязнения зерновых культур также чрезвычайно высок.

Фабричная промплощадка СГОКа, в пределах которой производится обработка полученного сырья, также оказывает большое

влияние на элементы биосферы. В плодах фруктовых деревьев дачных участков, окружающих фабричную промплощадку, обнаружены цинк (Кс=4,2), свинец (Кс=2), марганец (Кс=3), медь(Кс=2) и др. Суммарный показатель токсичности равен 3. На огородах, располагающихся в зоне влияния карьерной промплощадки, в овощах и картофеле аккумулируются хром и цинк (Кс= 4). Выявлено, что тяжелые металлы максимально концентрируются в корнях, в клубнях и корнеплодах, далее в стеблях.

Дисбаланс в равновесной ЭГС – приводит к перераспределению экологических ниш расселения организмов, нарушению обменных процессов, роста воспроизводства, формированию морфологических признаков, изменению генетической структуры.

3. Компоненты ЭГС интенсивно преобразованы в пределах карьерной и фабричной промплощадок. Сформировавшиеся массивы загрязненных почв в настоящее время сами становятся источниками поступления ингредиентов в подземные и поверхностные воды, растения. Максимальные изменения фиксируются в районах расположения участков дробления породы, местах концентрации транспорта, в районах спецскладов. Почвы в перечисленных местах пропитаны нефтепродуктами, атмосфера загрязнена соединениями азота, окислами углерода и серы. Около 60% территорий фабричной и карьерной промплощадок характеризуются нитратным загрязнением снегового покрова в концентрациях в 10 и более раз превышающих фоновые. Тяжелые и редкие металлы содержатся в атмосферных осадках всех промплощадок СГОКа. Данный тип загрязнения качественно и количественно наиболее широко представлен в пределах фабричной промплощадки. К основным источникам загрязнения относятся выбросы цехов обогащения, открытые производственные циклы, гаражи и стоянки автотранспорта.

В зоне влияния карьера формируются дренажные и рудничные

воды, отличные по своему составу от природных вод района. В результате дренажа происходит смешение вод различных горизонтов. В зоне осушения карьера создается окислительная обстановка, способствующая разложению пирита, что приводит к обогащению дренажных вод сульфатами. При осушении рудной толщи в дренажных водах отмечается повышенное содержание ионов хлора и натрия. Поэтому минерализация дренажных вод выше естественных подземных на 0,2 - 0,3 г/л, сульфатов больше в 5-10 раз, гидрокарбонат-иона в 2-2,5 раза. В рудничных водах возрастает количество нитратов и кремнезема, минерализация увеличивается до 0,5 - 0,6 г/л.

4. Большое влияние на загрязнение поверхностных и подземных вод исследуемого района оказывает хвостохранилище Стойленского ГОКа. Регулярное наблюдение за химическим составом сточных вод стали проводиться с 1989 года.

В настоящей работе обобщаются аналитические результаты, полученные в Воронежском государственном университете и в экологической лаборатории Стойленского ГОКа. Пробы отбирались по четырем точкам наблюдения:

1) дренажные воды из хвостохранилища;

2) р. Чуфичка;

3) р. Оскол выше сброса;

4) р. Оскол ниже сброса.

За четыре года при ежемесячных наблюдениях следует отметить общий рост минерализации вод, дренирующихся из хвостохранилища в р. Чуфичку. В 1994 г. диапазон изменений варьировал от 0,2 до 0,9 г/л; в 1995 г. - от 0,3 до 1,3 г/л; в 1996 г. - от 0,5 до 3,3 г/л. По минерализации воды января 1996 г. относятся к соленым. Пики минерализации дренажных вод вызывают соответствующий рост последней в р. Чуфичке и далее в р. Оскол. Так, при многократном разбавлении минерализация вод р. Оскол повышается ниже сброса на 0,3-0,5 г/л, в

отдельных случаях (декабрь 1996 г.) становится слабо-солоноватой (минерализация - около 2 г/л, превышает ПДК). Аналогичная картина наблюдается по количеству взвешенных веществ. Их количество в сбросах с 1994 г. по 1996 г. выросло в 3 раза, в р. Оскол - в 2 раза. Наибольшую опасность хвостохранилище представляет как источник органических соединений и нефтепродуктов.

Рассматривая динамику содержания нефтепродуктов в водах в наблюдательных точках, следует отметить широкий диапазон их концентрации - от 0 до 10,5 мг/л (при ПДК = 0,3 мг/л). Эти вариации практически не зависят от природных условий, а определяются качеством сбрасываемых в хвостохранилище сточных вод. Сточные воды котельных СГОКа содержат нефтепродукты от 1-2 мг/л до 12 мг/л. При ежемесячном отборе повышенные относительно ПДК концентрации отмечаются в 80% проб. Наблюдается четкая зависимость между загрязнением нефтепродуктами дренажных вод, вод р.Чуфичка, вод р. Оскол ниже сброса (табл. 7.3.).

Таблица 7.3.

Содержание нефтепродуктов в дренажных и поверхностных водах (мг/л)

Год	Дренажные воды			р. Чуфичка			р. Оскол ниже сброса		
	min	max	средн.	Min	max	средн.	min	max	средн.
1995	0,04	1,2	0,62	0,1	0,95	0,52	0,2	1,85	1,3
1996	0,05	0,75	0,4	0,2	0,7	0,45	0,16	1,0	0,58

Отсутствие нефтепродуктов в сточных водах хвостохранилища чаще всего наблюдается в июне-июле, что, видимо, связано с пиком выпадения атмосферных осадков. На уровне общего понижения загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами в 1996 г. фиксируется рост загрязнения органическими соединениями. Последние в больших количествах сбрасываются в хвостохранилище СГОКа станциями КНС,

котельными, попадают со стоками мясокомбината. Если в 1995 г. ХПК в наблюдаемых точках варьирует от 5 до 25, то в 1996 г. воды р. Оскол ниже сброса характеризуются ХПК от 50 до 65 мгO_2/л (при ПДК - 15 мгO_2/л). Среди тяжелых металлов, загрязняющих поверхностные воды р. Чуфички и р. Оскол - марганец, где он фиксируется в концентрациях, превышающих 2 ПДК. Остальные микрокомпоненты находятся в пределах нормы.

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых сопряжена с интенсивной трансформацией компонентов ЭГС. Данные объекты в первую очередь должны быть обеспечены научно обоснованной системой мониторинга, пакетом эколого-геологической информации, системой автоматического управления ситуацией, внедрением природоохранных мероприятий.

Детальная экспертная оценка эколого-геологичексой ситуации, возникающей при эксплуатации СГОКа, позволяет сделать следующие выводы:

- карьер и прибортовая зона (r = 0,55 км) является зоной чрезвычайного экологического бедствия (К), нуждающейся в срочном внедрении специальных природоохранных мероприятий;

- фабричная промплощадка СГОКа и зоне ее влияния (r = до 3 км) характеризуется как неблагоприятная по экогеологическим параметрам;

- карьерная промплощадка СГОКа и зона ее влияния (r = до 1 км) является так же неблагоприятной по экогеологическим параметрам.

Для территории Стойленского ГОКа максимальный уровень загрязнения Zc от 64 до 100 ед. и более (зона чрезвычайного экологического бедствия (К)) установлен непосредственно в пределах Стойленского карьера и его отвалов. Здесь в почве и в грунтах зафиксированы устойчивые и интенсивные патогенные аномалии Zn, Pb, Be (1-я категория опасности), Cu, Cr, Sb, Ni (2-я категория опасности). Это - эпицентр техногенного загрязнения. Первая, центральная, зона

загрязнения в радиусе 1,5 км характеризуется Zc > 32, и менее 64 ед. Здесь в почве наиболее часто устанавливаются патогенные аномалии Pb, Mo, Cu, Ni. В пределах горного отвода Стойленского ГОКа имеют высокую степень загрязненности почв элементами-токсикантами (Zc > 32 ед.), в число которых обычно входят (в порядке уменьшения частоты встречаемости) Cr, Pb, Zn, Mo, Cu, гораздо реже фиксируются Be, Sb, Si, As, Cd, Mn и Hg.

Значимым геохимическим фактором , инициирующим изменение состава почв в регионе так же является концентрирование элементов-примесей железистых кварцитов в отходах обогащения - шламах, или «хвостах». Хвосты, укладываемые гидротраннпортом в специальные гидроотвалы – хвостохранилища, являющиеся сложными аварийно-опасными гидротехническими сооружениями. В районе КМА в хвостохранилищах на настоящее время накоплено порядка 600 млн т. отходов, занимающих около 25 км^2 территории. в числе микроэлементов избирательного концентрирования в хвостах обогащения присутсвуют такие токсиканты, как Pb, Zn, Co, Ni, Cr, Cu, Mn и др.

Процесс загрязнения прилегающих к хвостохранилищам территорий можно классифицировать на факторы:

- эпизодического непредвиденного воздействия (э) – аварии (прорывах дамб или трубопроводов гидротранспорта); ремонтно-строительные работы (по наращиванию и ремонту дамб);
- периодического планового характера (*п*) – сброс сточных вод, наращивание дамб, строительство дополнительных секций, буровзрывные работы, и пр.
- систематического воздействия (*с*)— дефляция, инфильтрация, эрозия, трансграничный перенос и пр.

Размеры техногенных аварий на хвостохранилищах зависят от совокупности природных и технологических параметров (геоморфологические особенности района, высоты дамб, скорости

потока и пр.).

Первым типичным геохимическим фактором (1), способствующим изменению всех компонентов геосистем в целом и почв в частности ($И_{СП}$) на региональном уровне в районе КМА можно отнести пылевые выбросы (*п*), обусловленные *буровзрывными работами*.

Согласно комплексным исследованиям, выполненным в последние годы в районе функционирования различных горно-добывающих предприятиях КМА (И.И.Косинова 1997, Иванченко Н.М. и др., 1998; Недра России, 2002; и др.) в результате пылевых выбросов в процессе буровзрывных работ формируются условно три зоны техногенного влияния:

I — центральная — максимального воздействия (с радиусом влияния –r до 3 км и модулем техногенной нагрузки – P_1=750-1050 кг/га в весенне–осенний период и P_2 до 150-450 кг/га в зимний период); **II** – периферийная — умеренного воздействия (r = 3-7 до 12-15 км и P_1= 165-750 кг/га и P_2=30-150 кг/га); **III** — удаленная — слабого влияния горно-добывающего комплекса, и по всей вероятности включающая в себя трансграничные выбросы смежных предприятий (*т.в*): ОЭМК, цементного завода и других сопредельных промышленных объектов расположенных в гг Губкин и Старый Оскол (r=25—40 км и суммарным модулем техногенной нагрузки –Р менее 165 кг/га в год).

Химическое загрязнение прилегающей территории от незаконсервированных хвостохранилищ, может затронуть площадь в 10 раз больше собственной площади. Данный факт имел место, например, в районе хвостохранилища Грачев Лог (площадью 1,7 км^2) комбината «КМА руда», основной ореол загрязнения которого сформировался до момента его консервации (Недра России, 2002).

Суммировать, изложенное выше, можно в виде обобщенной формулы:

$$\boldsymbol{И_{СП} = э + п + с}$$

8. Эколого-геологические условия в районе Оскольского электрометаллургического комбината (ОЭМК)

Предприятия черной металлургии являются мощным преобразователем окружающей среды. Интенсивные во времени и обширные в пространстве изменения наблюдаются в атмосфере, гидросфере и в литосфере. В пределах последней имеют место механический, физический и физико-химический типы трансформации приповерхностной части литосферы.

Для выявления степени влияния ОЭМК на компоненты окружающей среды были проанализированы около 400 проб лито-, гидро- и биосферы. Природные ЭГС составляют около 20% исследуемой территории. Их геолого-геоморфологические и биологические особенности определяются естественными биосферными процессами и антропогенные изменения минимальны. Как правило, они представлены повсеместно лесопосадочными зонами и лесными урочищами, располагающимися в зоне незначительного преобразования.

Урболандшафты занимают около 30% площади исследований, представляют собой территории, основные особенности строения и свойства которой определяются наличием в ее пределах промышленных и селитебных зон.

Агроландшафты наиболее представительны по площади и занимают около 50%района. Это антропогенные ландшафты, у которых естественная растительность заменена отдельным видом сельскохозяйственного или лесохозяйственного значения.

Зоны влияния комбината были установлены по степени загрязнения почв, пород, растительности (Недра России, 2002).

По трем профилям, имеющим северное и северо-западное

простирание, были рассмотрены вариации макрокомпонентного состава водных вытяжек почв. В пределах пятикилометровой зоны вариации анионного и катионного составов водных вытяжек максимальны. Наиболее интенсивно изменяется содержание магния, натрия и калия. Вариации анионной части менее значимы.

В пределах зоны незначительного преобразования фиксируется рост содержания ионов кальция и магния на 30-40%, к периферии зоны их концентрации вновь уменьшаются. Содержание анионов равномерно падает.

Таким образом, по степени техногенного преобразования в пределах зоны влияния ОЭМК выделяются:

а) зона максимального преобразования окружающей среды, очерченная окружностью радиусом 5 км;

б) зона умеренного преобразования, пространственно располагается в виде кругового сектора в радиусе от 5 до 10 км;

в) зона незначительного преобразования окружающей среды, представляющая собой периферию зоны влияния (площадь между радиусами 10 и 15 км).

Исследования аккумуляции в депонирующих средах тяжелых металлов и микроэлементов выявили ряд элементов, имеющих значимые количественные вариации. Это хром, молибден, цинк. По показателю суммарной токсичности ($Zc > 32$) в пределах двухкилометровой зоны отмечается сильная степень загрязнения почв. В радиусе первой зоны преобразования почвы имеют среднюю степень загрязнения. Данные геохимические аномалии образовались в результате миграции химических элементов по природным транспортным каналам.

Исследуемые элементы мигрируют в воздухе в виде взвешенной, представляющей собой непостоянную механически перемешиваемую, дисперсной фазы, не стабильной по составу и объему. Скорость уменьшения концентрации химических элементов в пыли в 1,5-2,0 раза

ниже скорости уменьшения выпадения самой пыли. Это обуславливает относительное обогащение пыли химическими элементами с удалением от источников загрязнения. По данным В.И.Стиро и К.К.Шопаускаса время вымывания хрома и цинка из атмосферы составляет 1,6 суток, для титана - 3,6 суток.

В пределах комбината отмечается защелачивание компонентов геологической среды, pH варьирует от 7 до 10. Такие перепады значений щелочности на ограниченной площади хорошо очерчивают очаги загрязнения. Существующая сеть гидрогеологических наблюдательных скважин не позволяет зафиксировать масштаб загрязнения подземных вод. Санитарное состояние водозаборных сооружений подсобных хозяйств нередко неудовлетворительно. Загрязненные осветленные воды КНС, фильтруясь в водоносный горизонт, загрязняют его нефтепродуктами, ионами хлора, натрия и калия. Перечисленные ингредиенты мигрируют по потоку подземных вод и, при разгрузке, загрязняют поверхностные воды. Сточные воды ОЭМК, сбрасываемые в р. Оскол, являются источником ее загрязнения. Так, в районе с. Голофеевка в р. Оскол осуществляется сброс сточных вод ОЭМК из трубы диаметром 1,5 м. Воды имеют минерализацию 0,5 г/л, с высоким содержанием хлор-иона и калия (3 ПДК), жесткие (общая жесткость 7,7 мг-экв). В пробах поверхностных вод, отобранных ниже по течению, сохраняется высокая жесткость и повышенное содержание хлор-иона. Анализ подземных вод, отбираемых из родника в с. Новиково, отображает уровень их загрязнения хлором, натрием и калием. Содержание нитратов превышает 11 мг/л, общая жесткость 4,4 мг-экв. Питание р. Оскол осуществляется путем разгрузки данного водоносного горизонта. Накопленные в районе ОЭМК натрий, калий, хлор, нитраты поступают в поверхностные воды (Недра России, 2002).

Анализ влияния Оскольского электрометаллургического комбината на компоненты биосферы проводился по ряду створов, пересекающих

зоны влияния комбината. Была выявлена динамика содержания тяжелых металлов в листьях деревьев в зоне максимального влияния (r=5 км), умеренного влияния (r=10-15 км). Опасность изменения усиливается тем, что все организмы связаны между собой и окружающей средой способами питания.

Для каждой подзоны составлены диаграммы, отображающие загрязнение растительности рядом токсичных тяжелых металлов. В пределах первой зоны отмечаются высокие концентрации свинца (Кс=2), стронция (Кс=5) и цинка (Кс=5). Никель, ванадий, медь, кобальт и хром фиксируются в пределах фоновых концентраций. Во второй зоне отмечается общее уменьшение концентраций всех компонентов: свинец в 2 раза, цинк и стронций уменьшились на 30%, остальные компоненты фиксируются в концентрациях уменьшенных на 20-30%.

Третья зона характеризуется как минимальная по уровню влияния ОЭМК. Однако в ее пределах значимым становится воздействие промзоны “Котел” и предприятий г. Старый Оскол. Набор элементов - загрязнителей не изменяется качественно. В количественном отношении вновь возрастают концентрации свинца (Кс=1,5), цинка (Кс=5), стронция (Кс=3). В два раза, относительно II зоны, возрастает содержание хрома и кобальта.

Исследования грибов, растущих в зоне I влияния ОЭМК, показало накопления в весьма высоких концентрациях меди (Кс=3), цинка (Кс=8), стронция (Кс=9).

Тяжелые металлы воздействуют на растения и грибы следующим образом: нарушают функции ферментов; выполняют роль антиметаболитов; образуют устойчивый осадок с главным метаболитом; изменяют проницательность клеточной мембраны; замещают важные структурные элементы в клетке. Каждая из этих аномалий способна серьезно нарушить целый ряд существенных физиологических функций, а именно, вызвать замедление таких процессов как: рост растений и

грибов, разложение листового опада, процесса фотосинтеза, размножения и др.

Так, посадки хвойных деревьев, произрастающих в непосредственной близости от промплощадки ОЭМК, находятся в угнетенном состоянии. Во многих местах остались следы пожаров.

Тяжелые металлы и другие примеси могут оказывать воздействие на растения и косвенным путем. Листья деревьев, находящихся под влиянием вредных промышленных выбросов, чаще подвергаются поражению патогенными микроорганизмами. Это отмечено в районе сел Нижне-Атамановское, Манаково и в непосредственной близости промплощадки ОЭМК.

Кроме того, были отмечены поражения листьев дуба мучнистой росой в районе с. Обуховка, Верхне-Чуфичево, Прокудино, а также листьев мать-и-мачехи ржавчиной в районе с. Новиково.

Экогеологическая экспертиза ОЭМК позволяет сделать следующие заключения:

1) Комбинат является одним из основных источников техногенного преобразования окружающей среды Старооскольского района. Выделено три зоны его влияния. Первая (r=5 км) отличается максимальными значениями загрязнения гидро-, атмо- и биосферы компонентами I и II классов опасности. В радиусе двух километров создана обстановка чрезвычайной экологической ситуации. Вторая зона умеренного преобразования представлена, в основном, агроландшафтами. Отмечается низкая и средняя степень загрязнения компонентов окружающей среды. Третья зона пространственно частично совпадает с промышленными зонами пригорода. Здесь также отмечается средняя степень загрязнения. В местах распространения природных и агроландшафтов степень загрязнения компонентов окружающей среды низкая.

2) Основным источником элементов-загрязнителей являются

выбросы в атмосферу. В этой связи необходим жесткий контроль за системой атмосферных выбросов ОЭМК, модернизация очистительных систем.

Зона влияния ОЭМК в радиусе 2-5 км также характеризуется наивысшим уровнем загрязнения такими элементами-токсикантами, как Pb, Zn, Cr, As, (Zc > 35 ед.). Состояние зоны воздействия ОЭМК оценивается как катастрофическое. В целом признаки негативного влияния ОЭМК отмечаются в радиусе до 10-15 км. Весьма неблагоприятным (до кризисного) оценивается состояние почв и пород большей части (около 75 %) городской территории Старого Оскола (центр, правобережный и левобережный участки застройки).. Здесь Zc достигает 30 ед. Среди элементов-токсикантов наиболее часто фиксируются Pb, Zn, Bi, Cr, Mo, Cu, Ni.

9. Эколого-геологические особенности Старооскольского района

Старооскольский экогеорайон представляет собой сложную структуру, включающую элементы: горнодобывающий, селитебный, промышленный, агротехнический, лесотехнический.

Его экогеологическая оценка включает прединвестиционное экспертное обследование, систематизацию тематической информации, ее ранжирование на основе количественных критериев, внутреннюю экспертную оценку геоэкологической ситуации территорий крупнейших промышленных предприятий, создание постоянно действующей модели ГС района.

9.1. Геологическое строение территории

В геологическом строении Стойленского месторождения принимают участие архейская, протерозойская, палеозойская (девонская

система), мезозойская (юрская, меловая системы) и кайнозойская (неогеновая, четвертичная системы) группы (Немененок, 1994; Соколов, 1977)

Железные руды Стойленского месторождения залегают на глубине 135 метров в архей-протерозойских образованиях под осадочными разновозрастными породами.

Докембрий. Архей - протерозойские образования района составляют кристаллический комплекс докембрия.

Наиболее древние, относимые к архею, метаморфические породы отмечаются в восточной части Стойленского месторождения, представлены двуслюдяными гнейсами обоянской серии.

В строении железистокварцитных подсвит принимают участие одни и те же минералого-петрографические разности железистых кварцитов. А именно - железослюдисто-магнетитовые, магнетитовые, куммингтонито-магнетитовые, карбонатно-магнетитовые, щелочно-амфиболо-магнетитовые, актинолито-магнетитовые.

Петрографический состав сланцевых подсвит также сходен. Они сложены кварцево-двуслюдяными, кварцево-биотитовыми, гранато-кварцево-биотитовыми филлитами.

Вся толща протерозойских метаморфических пород терригенно-осадочного генезиса пронизана многочисленными дайками, связанными, вероятно, с внедрением стойло-николаевской габбро-диоритовой интрузии в непосредственной близости к северо-восточному флангу месторождения. В петрографическом отношении среди них выделяются дайки кварцево-доломито-биотитового состава и дайки диорит-порфирита. Причем, первые древнее чем вторые и отличаются более совершенной рассланцованностью. Мощность даек разнообразна, колеблется от сантиметров до первых десятков метров.

Докембрийская толща глубоко эродирована.

К эрозионной поверхности докембрийских образований приурочена

древняя кора выветривания. Она сильно размыта и после своего формирования претерпела вторичную цементацию. Вследствие этого для нее характерна сложная вертикальная зональность, обусловленная постепенным затуханием гипергенных изменений пород с глубиной.

Мощность зоны свежих (невыветреных) пород на Стойленском месторождении колеблется от 215 до 270 м. Суммарная мощность остальных зон, т.е. собственно коры выветривания колеблется от 15 до 70 м, а мощность зоны богатых бескварцевых руд находится в пределах от 0 до 50-60 м.

Палеозойская группа. Девонская система. Отложения девона в пределах исследуемого ЭГР распространены только на участках понижения докембрийского рельефа и в возрастном отношении представлены старооскольским горизонтом живетского яруса среднего отдела и нижнещигровским горизонтом франского яруса верхнего отдела.

Отложения девона представлены глинами, алевритами, песками, песчаниками, извстняками.

Глина и алевриты девона имеют преимущественно гидрослюдистый состав. Песчано-алевритовая часть состоит в основном из кварца и отдельных зерен полевых шпатов и глауконита. Здесь имеют место значительные включения обуглившихся растительных остатков. Встречаются зерна сидерита.

Средняя мощность девонских отложений - 13 м.

Мезозойская группа. Юрская система. Юрские отложения на Стойленском месторождении представлены песчано-глинистыми породами верхнебатского яруса среднего отдела, келловейского и нижневолжского ярусов верхнего отдела.

Верхнебатские отложения представлены иловатыми глинами с растительными остатками. Без заметного перерыва данные породы переходят в аналогичные отложения келловея.

Отложения нижневолжского яруса представлены жирными глинами с линзами песков и песчаными и глинистыми алевритами. Отмечается частое присутствие фауны и обуглившейся древесины.

Основным глинистым минералом является гидрослюда в форме чешуек и монтмориллонит. Песчано-алевритовая фракция в глинах представлена преимущественно кварцем, а также - глауконитом, пиритом, полевыми шпатами, мусковитом.

Отложения глин, подобно девонским, распространены в местах понижения докембрийского фундамента. Залегают они либо на породах девона, либо непосредственно на докембрийских образованиях. Максимальная мощность глин 30 м.

Алевритовая толща юры, по мощности не превышающая 10 м (в среднем 3-7 м), распространена неповсеместно и залегает, в основном, на глинах, реже отложениях девона, либо непосредственно на докембрии.

Меловая система. Отложения мелового возраста составляют основную часть разреза осадочной толщи, распространены они повсеместно и представлены довольно полно. Среди меловых отложений выделяются породы нижнего и верхнего отделов, с соответствующими ярусами.

Нижний ранний отдел мелового периода включает породы неокомского, аптского и альбского ярусов. Верхний поздний - сеноманского, туронского, коньякского и сантонского ярусов.

Породы неокомского яруса, внешне сходные с нижележащими юрскими, представлены алевритами, содержащими большое количество обуглившихся растительных остатков. Характерной для неокома чертой является присутствие в подошве галек фосфатизированной фауны из верхнего отдела юрской системы. Мощность неокома - 6 м.

Аптские отложения сложены разнозернистыми кварцевыми песками с примесью гравелистого материала. Нередко пески

ожелезнены. Помимо кварца в песках апта содержится глауконит (1-2%) и полевой шпат (около 3%). Тяжелая фракция (минералы с удельным весом 2,9 г/см^3) включает турмалин, циркон, рутил, ставролит, силлиманит, дистен, слюды, пирит, магнетит, титаномагнетит и др. минералы. Мощность аптских отложений обычно не превышает 3-4 м, в среднем - 2м.

Альбские отложения представлены мелко- и среднезернистыми кварцевыми песками, отсортированными. Кроме того, здесь встречаются полевой шпат, слюда, пирит, магнетит и другие минералы тяжелой фракции. Мощность их колеблется от 15 до 17 м.

Сеноманский ярус сложен мелко- и среднезернистыми кварцевыми песками с значительным содержанием глауконита. Самая верхняя часть данного яруса представлена песчанистым мелом (“суркой”), мощностью до 5 метров, отделенным от нижезалегающих песков фосфоритовой плитой мощностью 0,1-0,7 м.

В кварцевых апт-сеноманских песках содержится большое количество желваков фосфоритов и железистых конкреций. Имеют место кварцевые песчаники на кремнистом и железистом цементе.

Породы турон-коньякского ярусов сложены относительно однообразным по химическому составу белым писчим мелом.

По химическому составу мел состоит в основном из $CaCO_3$. Его содержание достигает 99%.

По минеральному составу он состоит из кальцита биогенного происхождения. А именно - кокколитофорид (золотистых водорослей), их фрагментов и элементарных составляющих таковых - так называемого порошковатого кальцита. Содержание последнего может достигать до 60-70% объема породы. Среди других фаунистических остатков в мелу встречаются фораминиферы (3-30% объема), сферы (до 20-40%), призмы иноцерамов (от 3-5% до 20-40%), прочие остатки организмов - аммонитов, губок, морских ежей, морских лилий, мшанок,

устриц, кораллов и других, не имеющих породообразующего значения (содержание до 1%). Вторичный кальцит составляет 1-2%.

Средняя мощность писчего мела - 50 м.

Породы сантонского яруса представлены мергелем. Его распространение неповсеместно. На северо-востоке и западе месторождения он смыт. Максимальная мощность мергеля - 20 м.

Карбонатная составляющая мергелей, как и мелов, представлена биогенным кальцитом, некарбонатная - гидрослюдой, монтмориллонитом и прочими минералами - кварцем, мусковитом, глауконитом, полевыми шпатами, опалом, халцедоном, морденитом, гипсом, пиритом, марказитом, гидроокислами железа, органическими остатками.

В геоструктурном отношении массивы мергельно-меловых пород неоднородны. Они расчленяются на две резко различные зоны: зону коры выветривания, отличающуюся повышенной трещиноватостью, выветрелостью и закарстованностью, и зону коренных материнских пород с упорядоченной трещиноватостью, где помимо крутопадающих трещин зиянием менее 1 мм, длиной в среднем 1-3 м, выделяются горизонтальные системы трещин расслоения, прослеживающихся на расстояния до 500 и более метров. Эти трещины разбивают меловую толщу на ряд пластов мощностью 1-5 м. Средний размер “элементарных” блоков меловых пород составляет 1-3 $м^3$.

Кровля мергельно-меловых пород представляет волнистую поверхность с карманообразными выемками, углублениями, воронками, оврагами, промоинами и другими карстово-эрозионными формами, выполненными палеогеновыми или неогеновыми песчано-глинистыми образованиями.

В результате эрозионных процессов выветривания, мергельно-меловые породы с поверхности смыты, размыты или элювированы и превращены до глубины порядка 10 м в рыхлые породы при общей

мощности коры выветривания в среднем 20 м. В этой зоне отмечаются вторичные скальные мелоподобные и глинистые известняки, приуроченные к карстовым формам, мощностью от первых сантиметров до 15 и более метров. Мергели Стойленского месторождения сами по себе фосфоритоносны - от рассеянных форм фосфатов до пластовых фосфоритов (20,5 - до 35%).

Новейшие отложения территории представлены широким генетическим спектром континентальных образований.

Неогеновые отложения (N). В разрезе неогена выделяются олигоценовые и плиоценовые образования, разделяющиеся на несколько горизонтов и свит.

Шапкинский горизонт (N_1sp). Объединяет аллювиально-делювиальные песчано-глинистые образования, слагающие приводораздельные пространства. Его возраст условно определен как раннемиоценовый на основании сопоставления с более молодыми образованиями.

Салтыковская свита (N_1^{2-3}st) сложена комплексом аллювиальных, аллювиально-озерных песчано-глинистых образований, залегающих в отчетливо выраженных эрозионных врезах глубиной около 20 м по отношению к подошве шапкинских отложений. Влючает три уровня прислоненных террас. Возраст свиты - средний-верхний миоцен - определен по палинологическим данным.

Ротмановская свита (N_2^{1-2}rt) образована аллювиальными песками и глинами, относится к нижнему плиоцену, образует цокольные террасы, датируется акчагылом.

Гнездиловский горизонт (N_2^{2-3}gn) сложен аллювиальными и озерными образованиями, образующими террасы. Представлен толщей зеленовато-серых, мелкозернистых, слюдисто-кварцевых песков, залегающих на размытой поверхности верхнемеловых пород. Вверх по разрезу пески сменяются темно-серыми, черными глинами с

горизонтальной слоистостью.

Ольшанский горизонт (N_2^3ol) гипсометрически близок к гнездиловскому, образует террасы нижнего неогенового уровня. Сложен песками и глинами.

Четвертичная система (Q). Четвертичные отложения в изучаемом районе представлены широким генетическим диапазоном континентальных образований всех четырех отделов систем.

Нижний отдел (Q_1). В строении нижнечетвертичных отложений принимают участие южно-русский озерно-аллювиальный комплекс (a_1l_Ij), а также флювиогляциальные и перигляциальные образования, развитые повсеместно по левобережью р. Оскол в пределах пятой надпойменной террасы.

Представлен аллювий толщей плохосортированных кварцевых песков с обломками кристаллических пород и мелкими линзами глин. Они выполняют врезы, расположенные на 25-30 м ниже современной подошвы аллювия. За пределами долин нижнечетвертичные отложения представлены преимущественно суглинками с лессовидными горизонтами и погребенными почвами. Мощность их колеблется от 1 до 32 м.

Средний отдел (Q_{II}). Отложения среднего отдела четвертичной системы характеризуются большим разнообразием генетических типов, среди которых выделяются: ледниковые, водно-ледниковые, аллювиальные и перигляциальные образования. В возрастном отношении они объединяют лихвинско-днепровский (lh-dn) и одинцово-московский (od-ms) горизонты.

Лихвинско-днепровский нерасчлененный горизонт (a_3II lh-dn). Образован аллювиальными отложениями, слагающими нижнюю и среднюю части разреза четвертой надпойменной террасы, где представлены серыми кварцевыми песками, разнозернистыми с галькой местных пород в основании и серыми, зеленовато-серыми, а также

бурыми запесоченными глинами с тонкими прослоями песка и алеврита. На водоразделах и склонах данному горизонту соответствуют глины и суглинки (внизу темные, вверху светло-бурые, неяснослоистые, карбонатные) с комплексом погребенных почв.

Одинцово-московский горизонт (a_3 II od-ms). К данному горизонту относятся аллювиальные отложения третьей надпойменной террасы, представленные мелко- и среднезернистыми песками, слабо глинистыми, плохосортированными, а так же суглинками и глинами.

В субаэральной фации горизонту соответствует толща бурых однородных суглинков.

Верхний отдел (Q_{III}) образован аллювиальными отложениями первой и второй надпойменных террас, делювиальными образованиями склонов и комплексом лессовидных валдайских суглинков на водоразделах.

Аллювий второй надпойменной террасы характеризуется двучленным строением. Нижняя пачка сложена разнозернистыми, в основании грубозернистыми кварцевыми песками и глинами. Верхняя пачка представлена песками, супесями и суглинками.

На водоразделе разрез сложен светло-бурыми, палевыми лессовидными суглинками.

Нижняя часть разреза первой надпойменной террасы представлена разнозернистыми кварцевыми песками с гравием мела в основании.

На площади развития средне-верхнечетвертичного аллювиального комплекса расположена значительная часть города Старый Оскол. Общая мощность комплекса колеблется от 2 до 25 м.

Голоцен (Q_{IV}).С голоценом сопоставляются аллювиальные накопления современных пойм, пролювиальные образования балок и оврагов. На водоразделах голоцену соответствуют современные почвы, на склонах - почвы и комплекс склоновых отложений. Четвертичные отложения склонов представлены преимущественно перигляциальными

лессовидными образованиями с прослоями погребенных почв. Мощность современного аллювиального комплекса составляет 2,5-12,5 м.

К образованиям голоцена относят также органогенные болотные отложения (h_{IV}-hl) и техногенный комплекс (t_{IV}).

Органогенные болотные отложения имеют весьма ограниченное распространение в пределах заболоченных участков поймы р.Оскол и ее притоков. Представлены они торфами мощностью от 0,1 до 2,0 м. В подошве слоя залегают суглинки.

Техногенный комплекс сложен вскрышными породами, находящимися в отвалах Стойленского карьера. Представлены они мергелями сантона, мелами коньяк-турона, песками альб-сеномана, юрскими глинами, а также незначительным количеством выветренных пород безрудной и слаборудной зон.

Средняя мощность отложений составляет 55-60 м.

В настоящее время широко известна мысль академика Вернадского о том, что человечество является мощной геологической силой. Территория Старооскольского железорудного района является наиболее ярким подтверждением данной парадигмы. Здесь мощность техногенных новообразований превышает сотню метров, а глубина отработки месторождений определяется 200 м.

Неотектоника и геоморфологические условия района. Исследуемый район находится в пределах юга Воронежской антеклизы, граничащей с северо-западным краем Днепровско-Донецкой впадины.. В структурном отношении осадочный чехол сложен породами двух структурных этажей. Герцинский представлен породами средне- и верхнепалеозойского возраста, альпийский сложен мезокайнозойскими отложениями. В тектоническом отношении Воронежская антеклиза представляет собой остаточную структуру, которая была переработана с севера разрастающейся Московской синеклизой, с юга -

формирующейся Днепрово-Донецкой впадиной. Тектоническое развитие Воронежской антеклизы проходило дифференцировано, на что указывает строение осадочного чехла.

Согласно геоморфологическому районированию территории страны, Старооскольский район относится к Сренерусской возвышенности как части Русской равнины, с сильнопересеченным рельефом. Здесь широко распространены покровные отложения, которые и являются субстратом для почв. В неотектоническом плане район принадлежит структуре с положительным знаком движения и расположен в пределах наибольших высот междуречий (абс. отм. 240 м), где к поверхности близко подходит кристаллический фундамент с глубиной залегания до 60 м, что является следствием длительного преобладания восходящих неотектонических движений. Современная геологическая структура определяет в целом облик морфологических элементов местного рельефа, и через него, распространение типов почв.

В тектоническом отношении изучаемый район приурочен к Оскольскому неотектоническому прогибу, разделяющему группу поднятий восточного крыла Среднерусской антеклизы и Курское неотектоническое поднятие.

Прогиб имеет ширину 15-20 км, сопоставляясь с долиной р.Оскол. Он прослеживается на расстоянии около 110 км от г.Старый Оскол до г.Новый Оскол, где и замыкается Новооскольским поднятием. Амплитуда прогиба по деформациям опорного структурного уровня составляет в среднем 30 м. Характерной чертой Оскольского прогиба являются высокие градиенты вертикальной расчлененности на крыльях (перепады достигают 70-80 м/км^2). В приосевой части прогиба вертикальная расчлененность не превышает 20 м/км^2, возрастая до 30-40 м/км^2 лишь в зонах влияния локальных неотектонических поднятий.

Будучи ориентированным в меридиональном направлении, Оскольский прогиб контролируется зоной линейных неотектонических

нарушений, проходящих в направлении Валуйки-Тим.

Во внутренней структуре осадочного чехла данному прогибу отвечает мезо-кайнозойский меридиональный прогиб с относительной амплитудой по подошве отложений туронского яруса около 30 м. В блоковой структуре докембрийского фундамента ему соответствует зона разрывных нарушений меридионального простирания.

Район в геоморфологическом отношении четко разделяется основной его водной артерией - р. Оскол - на правобережье, с более интенсивной расчлененностью рельефа и на левобережье, где рельеф (до верховьев р. Котел) более спокоен. Достаточно четко эти части района различаются и по распространенности типов почв и по их субстрату.

В крайней восточной и юго-восточной частях Старооскольского района рельеф снова становится сильно расчлененным, территориально фиксируя водораздельное пространство рек Котел и Потудань. Последняя принадлежит уже бассейну р. Дон.

Имеющиеся на территории поверхности выравнивания различных типов и рангов фиксируют интенсивность и направленность неотектонических движений.

Так, миоценовые и плиоценовые поверхности выравнивания в Старооскольском районе отнесены к категории долинных педиментов и сопоставляются с соответствующими террасами р.Оскол и др.

Структурно-денудационная равнина позднемиоценового-раннемиоценового возраста верхней части бассейна р.Оскол характеризуется развитием маломощного (1-5 м) чехла элювиальных и аллювиально-делювиальных образований. Располагается поверхность выравнивания на высоте 70-75 м над тальвегом крупных долин. В плане она характеризуетсся вытянутыми вдоль долин неправильными или серповидными очертаниями, образуя полигональные ступени шириной от первых десятков и сотен метров до 15 км.

Общий тип рельефа района определяет долиннобалочная сеть и

наложенная на нее овражная. Склоны этих элементов рельефа являются наиболее динамичными в отношении эрозионных процессов.

Подавляющее большинство балок врезано в лессовидные суглинки делювиального происхождения и лишь в овражной системе крутого западного склона долины р. Оскол наблюдается врез в мел-мергелистые породы коренного ложа.

9. 2. Геодинамические особенности Старооскольского района

Характер рельефа и климатические условия района определяют и механизм эрозии. Здесь она в основном водная и осуществляется главным образом в теплый период года за счет дождей, особенно ливневых. Талый сток играет значительно меньшую роль, так как осуществляется по еще неоттаявшему мерзлому грунту.

Мощность лессовидного покрова варьирует от 1 до 8 м. Овражно-балочная сеть почти всегда прорезает его насквозь, благодаря чему породы хорошо дренированы. Нередко в рельефе встречаются характерные явления “степные блюдца”. Их происхождение связано как с суффозионными процессами в лессовидных породах, так и с карстовыми явлениями, развившимися в карбонатных породах. Суффозионные процессы развиты в лессовидных породах вблизи вершин многих растущих оврагов и промоин за бровками склонов балок и оврагов. Они выражены в виде отдельных воронок или цепочек, нередко форсируют промоины и овражки. Диаметры воронок до 3-5 м, глубина - от 0,5 до 1,5 м. Легкая податливость размыву поверхностных пород приводит к развитию значительного смыва пород со склонов. Особенно негативно данный процесс проявляется при смыве почв. Иногда снесенный материал при ливневых июньских дождях движется как небольшой селевый поток.

Карст в пределах мело-мергельной толщи верхнего мела развивался в пределах двух периодов континентального существования данной местности: в конце верхнемелового времени до момента наступления

моря в неогене, в кайнозойское время. Глубокие врезы речной сети в пределах района весьма активизируют карстовые процессы. Карст в речных долинах развит на глубине более 20 м ниже русла, захватывает обширные участки пойм и террас. Важным экзогенным явлением является мощная кора выветривания меловых пород с широким региональным развитием трещиноватости.

В целом следует отметить, что территория Старооскольского района испытывает движения положительного знака. Наиболее распространенные физико-геологические процессы и явления: эрозионный смыв, карст, суффозия.

9.3. Гидрогеологические условия района

В пределах исследуемого района выделены следующие водоносные горизонты и комплексы:

1. Четвертичный водоносный комплекс;
2. Неоген-палеогеновый водоносный комплекс;
3. Маастрихт-туронский водоносный горизонт;
4. Альб-сеноманский водоносный горизонт;
5. Неоком-аптский водоносный горизонт;
6. Юрский водоносный комплекс;
7. Девонский водоносный комплекс;
8. Архей-протерозойский водоносный комплекс.

Основными на территории района являются меловые водоносные горизонты.

Четвертичный водоносный комплекс (Q) В состав данного комплекса входят: средневерхнечетвертичный и современный аллювиальный водоносные горизонты, а также “верховодка”, залегающая на водоразделах, среди суглинков.

Верховодка приурочена к линзам песков, встречающихся в толще покровных суглинков и залегает на абс.отм. 200-225 м на глубине от 3 до 15 м. Водообильность пород незначительна, объемы воды зависят от

величины инфильтрации поверхностных вод, наибольшая мощность горизонта наблюдается после таяния снега весной. В засушливые годы “верховодка” практически исчезает. По химическому составу воды неоднородны, иногда имеют повышенную минерализацию за счет инфильтрации сточных вод предприятий и утечки из канализационных систем. В застроенной части могут появиться новые очаги верховодки из-за конденсации подземной влаги. Дренируются данные воды верховьями оврагов и балок, где возможен переток в прилегающие водоносные горизонты.

Современный аллювиальный горизонт распространен в поймах рек и днищах крупных балок. Площадь распространения данного горизонта зависит от ширины долины реки и тальвегов балок. Наибольшая ширина полосы развития горизонта наблюдается в долине р.Оскол, где воды залегают на абс. отм. 114-129 м. Мощность обводненных пород изменяется от 0,6 до 12 м. Глубина залегания колеблется в зависимости от рельефа поймы от 2 до 10 м. Водоупор в подошве, как правило, отсутствует и воды горизонта связаны с прилегающими водами альб-сеномана. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, за счет перетока вод по бортам долины из вышележащих вод данных горизонтов, а также в половодье. Разгрузка происходит в русла рек в зимнее время. Водообильность горизонта изменяется в широких пределах в зависимости от литологии пород, слагающих поймы рек, поэтому проницаемость пород различна - Кф от 0,01 до 15 м/сут. Воды по составу пресные, в основном гидрокарбонатные, кальциевые с минерализацией от 0,2 до 0,9 г/л. Водоносный горизонт, в связи с небольшой глубиной залегания, подвергается интенсивному загрязнению, особенно в пределах города, как промышленными стоками, так и хоз-фекальными водами и в районах частной застройки, особенно азотистыми соединениями. Используется водоносный горизонт посредством колодцев для хозяйственных нужд. Запасы

подземных вод горизонта невелики и весьма изменчивы по сезонам года.

Средне-верхнечетвертичный водоносный горизонт расположен по долинам рек в отложениях террас в виде полос, шириной от 0,3 до 10 км. Горизонт залегает на абс. отм. от 115 до 135 м, на глубинах от 2 до 15 м. Кф изменяется от 8 до 13 м/сут, в зависимости от состава вмещающих пород. Воды безнапорны, лишь местами наблюдается небольшой напор в местах перекрытия более глинистым аллювием. Нижний водоупор практически отсутствует. Питание подземных вод аналогично вышеприведенным горизонтам, разгрузка - в долины р.Оскол и ее притоки. Воды по составу гидрокарбонатные, кальциевые с минерализацией 0,2-0,9 г/л. Воды горизонта интенсивно загрязняются с поверхности, особенно соединениями азота и органикой.

Неоген-палеогеновый водоносный комплекс (N, P). Данный водоносный горизонт залегает на водоразделах, на абс.отм. 200-220 м и представлен мелко- и среднезернистыми песками полтавского яруса с Кф равным 0,3-0,7 м/сут. Глубина залегания колеблется от 1 до 32 м. Мощность обводненных пород в среднем составляет 4-10 м. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка в долины рек и балок. Горизонт безнапорный, на отдаленных участках имеет местный напор. Водоупором служат киевские глины. По химическому составу воды гидрокарбонатные, кальциевые с минерализацией от 0,2 до 1,4 г/л. Воды загрязняются с поверхности, на что указывает значительное содержание азотистых соединений.

Маастрихт-туронский водоносный горизонт (K_2 m-t). Водоносный горизонт залегает на отметках 125-130 м (подошва) и отсутствует в долинах рек, где мергельно-меловые породы полностью размыты. Проницаемость пород в зависимости от трещиноватости изменяется в широких пределах: по долинам рек Кф составляет 10,5-67,7 м/сут, на водоразделах 0,01-3,3 м/сут. Глубина залегания колеблется от 0,5м до 84 м. На водоразделах мощность горизонта составляет 5-10 м,

увеличиваясь к долинам рек до 30-50 м. Подземные воды через фосфоритовую плиту в основании тесно связаны с нижележащим горизонтом альб-сеномана и практически представляют объединенный комплекс верхнего мела. Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетока воды из вышележащих горизонтов палеогена. Воды горизонта гидрокарбонатные, кальциевые с минерализацией 0,2-0,7 г/л. Участками воды обогащены сульфатами и хлоридами. В районе железорудных карьеров подземные воды сдренированы полностью, а у хвостохранилищ породы мела обводнены на полную мощность за счет инфильтрации из отстойников. Практического значения для водоснабжения горизонт не имеет, т.к. запасы воды ограничены и часто воды загрязнены с поверхности.

Альб-сеноманский водоносный горизонт (Kal-cm). Водоносный горизонт альб-сеномана распространен повсеместно и является основным для водоснабжения г.Ст.Оскол. Область питания находится за пределами Белгородской области, на северо-востоке, общее направление потока на юго-запад, а в пределах изучаемого района поток подземных вод направлен к р.Оскол, где абс. отм. уровня снижаются до 115-120 м, на водоразделах абс. отм. составляют 150-160 м. Горизонт безнапорный, в районе карьеров сдренирован полностью. Мощность обводненных мелко- и среднезернистых песков выдержана по простиранию и колеблется в пределах 20-30 м. Верхним водоупором служит невыдержанная по мощности “фосфоритовая плита”, нижним - песчано-глинистые отложения нижнего мела и верхней юры. На водоразделах уровни подземных вод прослеживаются на глубинах 70-85 м, в долинах 5-8 м. Водоносный горизонт эксплуатируется всеми водозаборами г.Ст.Оскол и рудников в пределах железорудных месторождений, где и частично загрязняется промстоками. В пределах города, как правило, загрязнение подземных вод альб-сеномана

происходит по долине р.Оскол. По химическому составу воды гидрокарбонатные, кальциевые с минерализацией 0,3-0,5 г/л, часто встречаются (в районе карьеров) гидрокарбонатно-сульфатные воды.

Неоком-аптский водоносный горизонт ***($К_1$ пс-ар).*** Подземные воды данного горизонта приурочены к песчано-глинистой толще мощностью от 5 до 10 м. Проницаемость пород весьма неоднородна - Кф изменяется от 0,005 до 7 м/сут, поэтому водообильность горизонта весьма низкая и объемы воды невелики. Воды напорные, но часто связаны с вышележащими водами альб-сеномана и эксплуатируются как единый водоносный комплекс. Кровля горизонта залегает на абс.отм. 90-100 м, и вскрывается только карьерами на железорудных месторождениях. По химическому составу воды аналогичны вышеприведенным, а минерализация колеблется от 0,2 до 0,8 г/л. Практического значения подземные воды нижнего мела в данном районе не имеют.

Юрский водоносный комплекс ***(J_3).*** В состав комплекса входят волжский и бат-байоский водоносные горизонты, которые в основном вскрываются на западе района. Подземные воды приурочены к песчаным прослоям среди глин, проницаемость которых невелика Кф равен 0,01-1,5 м/сут. Мощность горизонта составляет 5-12 м. Глубина залегания равна 88-100 м. Воды обладают напором. Воды пресные, гидрокарбонатные, кальциевые с минерализацией 0,3-0,7 г/л. Для водоснабжения воды комплекса не используются.

Девонский водоносный комплекс ***(D_2).*** В толще отложений среднего девона обводнены арбатовские, воробьевские и черногорские горизонты. Как правило, осадки девона залегают в понижениях фундамента. Проницаемость вмещающих пород различна с Кф от 0,05 до 13 м/сут. Воды напорные с глубиной залегания от 80 до 200 м. По химическому составу воды хлоридно-гидрокарбонатные, кальциевые с

минерализацией 0,3-0,35 г/л. Для водоснабжения используются одним водозабором г.Ст.Оскол на левобережье р.Оскол.

<u>Архей-протерозойский водоносный комплекс</u> ***(Ar-Pr)***подземные воды приурочены к трещиноватой зоне кристаллических пород и тесно связаны с вышележащими горизонтами. Водообильность пород весьма изменчива и зависит от степени трещиноватости тех или иных участков пород. Подземные воды вскрыты карьерами и из-за малой водообильности пород практически не используются.

9.4. Климатические особенности района

Атмофильные пути миграции загрязняющих компонентов определяются метеорологическими особенностями района. При их оценке основная роль принадлежит следующим параметрам: атмосферное давление, температура воздуха, скорость и направление ветра, количество осадков. Анализ метеоусловий базировался на данных Старооскольской метеостанции, собранных за двадцатилетний период с 1975 по 1995 г.

Характеристика исследуемых параметров проводилась по климатическим сезонам.

Для зимнего периода преимущественными являются зоны низкого давления, обусловленные перемещающимися с северо-запада и запада циклонами. Усиление циклонической деятельности приводит к резкой смене погоды. Среднесуточная температура может варьировать от $+5^0$C до -35^0C при средних вариациях от 0 до -10^0C. Для Старооскольского района характерны зимние оттепели. Они составляют до 40% от общего числа дней. Периоды высокого давления и холодной погоды зимой обусловлены Сибирским антициклоном. Средняя суточная температура в интервале от - 10^0C до -15^0C наблюдается в течение 29 дней, ниже - 20^0C - 8 дней за сезон. Интенсивные перепады давлений и температур в

зимний период приводят к возникновению больших барических градиентов, обуславливающих усиление скорости ветра. Число дней с сильным ветром в сезоне (15 м/с) составляет 6-8 (табл. 9.1.).

Таблица 9.1.

Число дней с сильным ветром

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII	Год
Сред-нее	3,1	2,3	2,6	1,8	1,4	1,0	0,8	0,9	0,9	1,4	1,8	2,4	1,7
Max	8	6	10	5	4	7	4	5	4	6	8	5	6,0

Скорость ветра, превышающая 15 м/с, чаще всего имеет продолжительность 5 часов, изредка до 7 часов. Преобладающими в зимний период (до 80%) являются слабые ветры со скоростью до 5 м/с, преимущественно южного и западного направления .

Следует отметить некоторую вариацию средних значений скорости ветра в зависимости от холодной и теплой зимы, которые составляют соответственно 2,45 м/с и 2,7 м/с. Зима в Старооскольском районе характеризуется наиболее продолжительными осадками, однако их интенсивность мала.

Весной происходит смена зимних типов циркуляционных процессов на летние. С начала марта средняя суточная температура начинает повышаться до - 4^0C, в апреле она становится положительной. Средняя температура мая $8,3^0$C, максимальная - до 30^0C. Скорость ветра весной значительно изменяется: от 2 м/с до сильных ветров. Критическим в этом отношении является март, для которого число дней с сильными ветрами достигает 10. По направлению это, в основном, восточные и южные ветровые потоки .

В летний период преобладают циклонические процессы западного происхождения. При этих процессах наблюдаются умеренно теплые дни с пониженным давлением. Средние температуры и скорости ветра для

теплого лета составляют 19^0С и 3,1 м/с, для холодного - 17^0С и 2,7 м/с. В летние месяцы период с наиболее высокими температурами довольно устойчив. В 75% за все годы наблюдений самым теплым месяцем является июль, в 15% - август, в 10% - июнь. Повторяемость слабых ветров летом составляет 90%. Относительная влажность воздуха в летний период составляет 50%. В каждом месяце бывает примерно 11 дней с осадками, преимущественно ливневыми. Максимальное количество годовых осадков выпадает в июне, однако их продолжительность невелика и составляет 50-70 часов в месяц.

Осенью происходит постепенная смена летних циркуляционных процессов на зимние. Типичным осенним месяцем является октябрь. Средняя дневная температура составляет 6^0С. Относительная влажность воздуха увеличивается до 70%. Ливневые дожди сменяются обложными и моросящими. Осадки наблюдаются в течение 16-21 дня в каждом из осенних месяцев. Преобладают восточные, западные и юго-западные ветры со средней скоростью 4 м/с. Сильные ветры для осеннего периода не характерны.

Анализируя среднегодовую розу ветров, можно отметить, что максимально представлены ветры восточного и западного направления, менее - северного и южного. Ветры иных направлений имеют подчиненное значение. Обращает внимание приблизительная равномерность количественного проявления ветров основных направлений. Следовательно, при расчете средних полей атмосферных выбросов можно говорить о равномерном их распределении вокруг источника. Значимые различия фиксируются только по временам года.

Учет метеоусловий является важным критерием геоэкологического картирования, техногенно перегруженных территорий.

9.5. Трансформация экогеосистем Старооскольского района

Открытие месторождений КМА в 30-х годах нынешнего столетия привело к скачкообразному развитию техносферы в пределах данного

района. Начало отработки карьеров и подземная добыча железной руды явились причиной появления геосистем горнодобывающего класса. С течением времени происходили качественные и количественные преобразования естественных и техногенных элементов ГС. Пространственно-временная трансформация системы характеризуется ее состоянием на фиксированные моменты времени:

$$St = a\,(St)A + b(St)W + c(St)L + d(St)B + e(St)T$$

St -трансформация ЭГС;
S, t - пространственно-временные изменения;
A - состояние атмосферы
W - состояние гидросферы ;
L - состояние верхней части литосферы;
B - состояние биосферы;
T - структура техносферы;
a,b,c,d,e - численные коэффициенты.

Трансформация геосистем определяется динамикой их пространственно-временных слоев-срезов. Ее эволюция обуславливается материально-энергетическим обменом между ГС и окружающей средой. В настоящем разделе представлено описание структуры ГС территории Старооскольского района на момент 65-летнего существования системы. Несомненно, что фиксированное состояние существующей ГС является продуктом ее предшествующего исторического развития. Создание всех тематических слоев, отображающих пофакторное состояние ГС района, проводилось на основе комплексного использования как геологической основы, так и сети наблюдений по сетке 1 км х 1 км.

9.5.1.Техногенные факторы рельефообазования

Процесс целенаправленного изменения рельефа района начался с момента открытия месторождения, т.е. в 30-40-е годы. Постепенный рост Стойленского карьера сопровождался расширением как его территории, так и площадей, занятых под отвалы. Происходило постепенное значимое изменение естественного рельефа правобережья

р. Оскол.

Новый, сформированный технорельеф в зоне Стойленского карьера имеет следующие элементы:

1) Непосредственно карьер представляет собой выемку глубиной около 200 м. Его общая площадь составляет 6-7 км^2. Борта карьера имеют ступенчатую форму, по ступеням проложены железнодорожные и автомобильные пути. Вентиляция карьера осуществляется через ряд специальных щелей. В местах вскрытия скальных и полускальных пород борта имеют вертикальную форму, песчано-глинистые породы слагают борта, близкие к углам естественного откоса.
2) Отвалы окаймляют карьер с северной, западной и южной сторон. Они имеют неправильную форму, их общая площадь приближена к 50 км^2. Высота отвалов варьирует от 20 до 60 м. На карьере производится селективная отсыпка вскрышных пород. Отвалы представлены черноземами, суглинками и глинами лессовидными, мелами и мергелями, песками, глинами, скальными породами. Подача материала осуществляется транспортерами.
3) Хвостохранилище Стойленского ГОКа располагается в долине р. Чуфичка. Его длина около 5 км, ширина - близка к 1 км. Река прекратила свое существование за счет отрыва от зеркала подземных вод, возникшего в результате нарушения гидродинамики района. Высохшее русло использовано как чаша хвостохранилища. В рельефе чаша окаймляется высушенными валами пляжной зоны. Вся бывшая пойма заполнена отходами ГОКа, осветленные воды сбрасываются в р. Оскол.

Территория описанного комплекса сооружений Стойленского карьера по площади техногенного рельефа, отнесенной к площади участка, оценивается как неблагоприятная, т.к. данный показатель равен

40-50%. В пределах данной зоны отмечается кризисная ситуация, обусловленная формированием индустриального рельефа. Кардинальное изменение ландшафта влечет за собой уничтожение и перераспределение площадей водосбора поверхностных водотоков. Отвалы изменяют скорости и направления атмосферных потоков. Из оборота изымаются плодородные земли, выносится и складируется на поверхности большое количество глубинного вещества.

Условно неблагоприятная оценка территории по показателю нарушенности рельефа отмечается в пределах города Старый Оскол и на крупнейших промплощадках. Как по району в целом, так и в городской черте рельеф Право- и Левобережных частей дифференцирован. Левобережная часть низменная, заболоченная, абсолютные отметки поверхности варьируют от 140 до 160 м. Правобережье города поднято относительно левобережья на 50-60 м. Нивелирование рельефа происходит на обоих берегах. В пониженных частях засыпаются ложбины, балки. Такое планирование территории в районе Нового города привело к общему подъему породых вод и подтоплению территории. Правобережная часть интенсивно нивелируется в целях гражданского и дорожного строительства. Показатель нарушенности рельефа составляет 10-17%.

В пределах Юго-западной промзоны, промзоны Котел, Оскольского электрометаллургического комбината планирование рельефа реализуется в виде нивелирования рельефа. Срезка и уполаживание склонов приводят к значимому нарушению площадей водосбора. Перечисленные промышленные зоны располагаются в пределах площади водосбора рек Оскол, Котел, Убля, Осколец. Нарушение рельефа является одной из ведущих причин обмеления и деградации данных водотоков.

Северная часть Левобережного участка и Восточный участок Старооскольского геоэкорайона оцениваются как благоприятные,

площадной показатель техногенного рельефа не превышает 10%.

9.5.2.Особенности деградации почв под воздействием геодинамических факторов

Территория Центрального Черноземья является уникальной по качеству почвенного покрова. Хорошо известна общеэкологическая роль черноземов, заключающаяся в высоком плодородии и биосферно-экологических функциях. Совершенно справедливыми являются слова В.В.Докучаева: “Нет тех цифр, какими можно было бы измерить силу и мощь царя почв нашего русского чернозема, он был, есть и будет кормилицей России”. В структуре Центрального Черноземья черноземы составляют около 75%. Водной эрозии подвержено 24% сельхозугодий, ветровой эрозии - более 10%. Карбонатные почвы занимают 2,2%, солонцеватые - 2%, заболоченные - 2% (Адерихин, 1961). Содержание гумуса уменьшилось с 13% до 8%. Особенность почв как компонента окружающей среды состоит в том, что это самая тонкая биогенная оболочка земли, самая ранимая. Она, в отличие от атмосферы и гидросферы, не обладает свойством рассеивания попадающих в нее компонентов. Любое загрязнение почв долговременно и трудноустранимо. В связи с тем, что восстановление почв происходит на протяжении тысяч лет, они относятся к практически невозобновимым природным ресурсам.

Почвенный покров Старооскольского горнодобывающего геоэкорайона сформировался как результат воздействия комплекса факторов: пестрота и неоднородность почвообразующих пород; близкое залегание породых вод с повышенной минерализацией; активность эрозионных процессов; интенсивное техногенное воздействие горнодобывающих и перерабатывающих предприятий. Основными почвообразующими породами являются четвертичные отложения

(Ахтырцев, 1984, 1981; Адерихин, Джегерис,1968). Согласно схеме почвенного районирования левобережье Старооскольского района относится к Левобережному почвенному району черноземов выщелоченных и темно-серых лесостепных почв легкого (супесчаного и песчаного) механического состава. Действие водных потоков днепровского оледенения привело к образованию зандрового рельефа в бассейнах р.Убля, Котел, сложенного хорошо сортированным песчаным материалом. Это наименее ценные в агрономическом отношении почвообразующие породы.

Почвы района относятся к разным таксонометрическим уровням, однако обладают рядом общих свойств. Среди них песчаный и супесчаный механический состав, высокая водопроводимость, высокая аэрация, недостаточная влагообеспеченность, низкая сумма поглощенных оснований (до 15 мг-экв/100 г).

Донецко-Оскольский район серых лесостепных почв располагается в правобережной части Старооскольского района. Для данного типа почв характерны: небольшая мощность гумусового горизонта (около 30 см), малая гумусность, широкое колебание суммы поглощенных оснований (17-35 мг-экв).

Среди карбонатных черноземов района широко представлены (Горшков, 1992) :

а) типично карбонатные. Их образование имеет естественную и антропогенную природу. Активные эрозионные процессы, проходящие на территории, приводят к выводу на поверхность меловых пород, что является причиной образования типичных карбонатных черноземов.

б) остаточно-карбонатные черноземы образуются на элювии меловых пород. Они характеризуются укороченностью почвенного профиля, слабой эрозионной устойчивостью. По механическому составу, в основном, тяжелосуглинистые. Для всех горизонтов характерно высокое содержание карбонатов кальция, что определяет

щелочную реакцию почв. Сумма обменных катионов в верхнем горизонте достигла 40 мг-экв/100 г.

Черноземы солонцеватые, солончаки имеют локальное распространение в пределах Старооскольского района. По глубине залегания это, в основном, поверхностые солонцеватые черноземы (до 30 см) (Адерихин., Джегерис,1968***)***. По механическому составу они легко- и среднеглинистые. Материнской породой солонцеватых черноземов и солончаков являются элювиальные покровные соленосные глины (Ковда, 1937; 1946). Реакция среды - щелочная и слабощелочная. Сумма поглощенных оснований высокая - до 35 мг-экз/100 г. В составе поглощенных катионов содержание натрия нарастает от 2 мг-экв в слабосолонцеватых до 7 мг-экв/100 г в сильносолонцеватых черноземах. Это малогумусные почвы (около 3% гумуса).

Крупномасштабные экогеологические исследования предполагают изучение особенностей почвенного покрова как значимого элемента, формирующего экологическую функцию геологической среды.

Карта засоленности почв Старооскольского района составлялась для территории землепользований на основе критерия распространения засоленных почв (более 10% общей площади). К засоленным относятся почвы, содержащие в своем составе легкорастворимые соли в токсичных для сельскохозяйственных растений количествах (Исаев, 1994; Ильницкий и др., 1993). Предельное количество солей в почве, выше которого начинается угнетение роста и развития растений (негалофитов), называется порогом токсичности. Почвы, содержащие легкорастворимые соли в количествах, превышающих порог токсичности, относятся к засоленым. Ионы и соли подразделяются по степени токсичности. Легкорастворимые соли оказывают прямое отрицательное воздействие на растения в результате повышения осмотического давления почвенных растворов и токсичного действия отдельных ионов, а также косвенное влияние, связанное с изменением в

засоленых почвах физико-химических, физических и других свойств. Из вредных легкорастворимых солей в почвах Старооскольского района наиболее часто встречаются: $NaCO_3$, NaCL, Na_2SO_4, $CaCL_2$. Наиболее токсичны сода и хлориды, менее токчисны сульфаты натрия и магния (Косинова, 1990).

Во всех точках наблюдений были отобраны образцы почв с глубины 0-30 см, для которых проведен анализ водных вытяжек с определением CO_3^{-2}, HCO_3^-, CL^-, SO_4^{2-}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+. Так же определялись pH почв, плотный остаток.

При определении степени деградации почв Старооскольского района суммировались наиболее токсичные соли хлоридного и сульфатного типов (Косинова, Селенев, Вахтанова, 1999). Степень засоления почв в районе обусловлена в основном водно-солевыми процессами, проходящими в зоне аэрации. В приповерхностной части залегают воды четвертичного водоносного комплекса. В него входят среднечетвертичный и современный аллювиальный водоносные горизонты, а также верховодка. Верховодка приурочена к линзам песков, встречающихся в толще покровных суглинков, залегает на абс. отм. 200-250 м на глубине от 0,5 до 3 м. Наибольшая мощность горизонта наблюдается в период таяния снега. В засушливые годы верховодка практически полностью выпотевает. По химическому составу воды неоднородны, имеют повышенную минерализацию (до 2 г/л). Данное обстоятельство обуславливает различные типы засоления почв.

Современный аллювиальный горизонт распространен в поймах рек и днищах крупных балок. Глубина залегания колеблется в зависимости от рельефа поймы от 2 до 10 м. Воды по составу пресные, в основном гидрокарбонатные, кальциевые, с минерализацией от 0,2 до 0,9 г/л. Водоносный горизонт в связи с невысокой глубиной залегания влияет на степень засоления пород, формируя, как правило, гидрокарбонатный тип

засоления. Четвертичный и современный аллювиальный водоносные горизонты при близком залегании к поверхности являются причиной формирования гидрокарбонатного типа засоления почв. Неоген-палеогеновый водоносный горизонт, отличающийся повышенной минерализацией, определяет в процессе выпота хлоридно-гидрокарбонатный тип засоления. Источником поступления в данный водоносный горизонт ионов хлора и сульфатов являются подстилающие киевские глины.

Высота поднятия капиллярной каймы варьирует от 1,2 до 7 м в зависимости от строения зоны аэрации (Косинова, Вахтанова, 1981). Выпот солевых растворов, подтягиваемых по капиллярной кайме, приводит к осолонению почв в жаркий летний период.

В целом аккумуляция солей в горизонтах почв обусловлена:

1) поступлением солей из породых вод;
2) перераспределением солей при выветривании некоторых горных пород;
3) трансформацией продуктов выветривания в токсические воднорастворимые соединения;
4) вторичным растворением солей, появившихся в почвенном профиле в результате техногенного воздействия.

Оценка территории по типу засоления выявила следующие особенности:

- около 80% почв характеризуются гидрокарбонатно-хлоридным и хлоридно-гидрокарбонатным типами засоления. Причем первые превалируют на Лево- и Правобережных участках, вторые - на Восточном. Несомненно, что это первичное засоление. Сульфатно-хлоридный и гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридный типы встречаются эпизодически и, в основном, на юге района. Хлоридный тип засоления отмечен в центре и на юге района. Аномальность данного засоления предполагает вторичную техногенную природу образования.

Характеристика засоления по типу химизма необходима при мелиоративной оценке и имеет большое экологическое значение. Антропогенный фактор при формировании засоления проявляется:

а) при внесении большого количества удобрений, содержащих минеральные соли;

б) при атмофильной миграции пыли буровзрывных работ и отвалов;

в) при использовании для орошения вод повышенной минерализации;

г) при неправильной технологии распашки засоленных и солонцовых земель.

Мощность солевого горизонта в пределах района не превышает 30 см, следовательно, большую роль в его формировании играют поверхностные процессы.

Аномальный участок по уровню засоления фиксируется в центральной части района и приурочен к землям хозяйство АО “Озерки” и МП “Транспортник”. Сельскохозяйственным профилем хозяйств является земледелие. Применение сточных вод для орошения, а также фосфорных удобрений привело к формированию солевой аномалии почв. Фосфорные удобрения являются полиминеральным сырьем. Они обогащены ассоциацией элементов-примесей, таких как стронций, редкие земли, свинец, цинк, мышьяк и др. Необоснованная дозировка удобрений различных типов формирует высокие степени деградации почв (табл.9.2) (Методические рекомендации…, 1981).

Таблица 9.2.

Агротехнические источники загрязнения почв различными элементами (мг/кг сухой массы)

Элемент	Орошение сточными водами	Фосфорные удобрения	Азотные удобрения	Органи-ческие удобре-ния	Пестициды
1	2	3	4	5	6
Мышьяк	2-26	2-1200	2,2-120	3.25	22-60

Элемент	Орошение сточными водами	Фосфорные удобрения	Азотные удобрения	Органи-ческие удобре-ния	Пестициды
1	2	3	4	5	6
Кадмий	2-15	0,1-170	0,05-8,5	0,3-0,8	-
Хром	20-40600	66-245	3,2-19	5,2-55	-
Медь	50-3300	1-300	1-15	2-60	12-50
Ртуть	0,1-55	0,01-1,2	0,3-29	0,09-0,2	0,8-42
Марганец	60-3900	40-2000	-	30-550	-
Никель	16-5300	7-38	7-34	7,8-30	-
Свинец	50-3000	7-225	2-27	6,6-15	60
Стронций	40-360	25-500	-	80	-
Цинк	700-49000	50-1450	1-42	12-250	1,3-25

Для хозяйства АО “Озерки”, МО “Транспортник” характерны все типы деградации почв. 14,8% территории - недеградированы (сумма токсичных солей - до 0,1%); 64% площади - слабодеградированные почвы (сумма токсичных солей: 0,1-0,25%). Основной тип засоления - гидрокарбонатно-хлоридный, изредка - с участием соды. 13,7% составляют земли со средней степенью деградации (сумма тосичных солей в диапазоне - 0,26-0,5%). Солевая аномалия имеет ориентировку запад-восток. Тип засоления - хлоридный, высокотоксичный. 7,2% территории занимают сильно деградированные земли. Это также горизонтальная аномалия, характеризующаяся хлоридным типом засоления (сумма токсичных солей от 0,5 до 0,8%).

Генезис аномальной зоны связан с применением в качестве удобрения шламов очистных сооружений г. Старый Оскол. Очень сильно деградированные земли (сумма токсичных солей - > 0,8%) составляет 6,3% территории и заняты солончаками. Солончаки района относятся к гидроморфным (залегание породых вод - менее 3 м) и полугидроморфным - залегание породых вод в диапазоне 3-6 м.

Оценивая степень засоления почв района следует отметить, что

преимущественное распространение имеют слабодеградированные почвы (около 50% территории). Недеградированные земли занимают около 25% территории. Около 15% площади должно быть подвержено консервации. Это почвы III и IV степеней деградации. К ним относятся, во-первых, почвы-солончаки. Они расположены мозаично по всей территории, связаны с засоленными подстилающими породами. Вторая группа сильно- и очень сильно деградированных почв имеет техногенную природу. Связана с местами интенсивной химизации почв и участками полного уничтожения почвенного покрова. Последние приурочены к зоне карьера и отвалов вскрышных пород.

Отмечается тенденция к росту степени деградации почв, исходное слабозасоленное состояние которых предполагает строго дозированное внешнее химическое воздействие (Грищенко, 1975).

Кислотность почвенных растворов обусловлена присутствием свободных органических кислот или других органических соединений, содержащих кислотные функциональные группы, а также свободными минеральными кислотами (в основном - угольной кислотой).

Кислотные свойства Al^{3+}, Fe^{3+} соизмеримы с кислотными свойствами таких кислот, как угольная и уксусная.

В почвах Старооскольского района содержатся: 1) свободные нелетучие органические кислоты; 2) соли сильных оснований и слабых органических кислот; 3) свободный CO_2 и соли угольной кислоты; 4) аммонийные соли слабых органических кислот. Сочетание этих компонентов в почвенных растворах обуславливает значение pH=7. Слабощелочная реакции среды формируется в результате присутствия $CaCO_3$. Химическая реакция в системе CO_2 - $CaCO_3$ - H_2O приводит к повышению pH до 9,6.

$$CaCO_3 + H_2O = Ca^{2+} + HCO_3^- + OH^-$$

Если такая суспензия приходит в равновесие с атмосферным воздухом, то pH снижается до 8,4, а при доле CO_2 в 8% (почвенный

воздух) величина pH равновесного раствора опускается до 7,0. Все почвы обладают способностью поддерживать на более или менее постоянном уровне различные химические свойства или сопротивляться изменениям под воздействием химических реагентов в природной или лабораторной обстановке. Это свойство почв именуется кислотно-основной буферностью.

Около 80% территории Старооскольского района по данному показателю характеризуются недеградированными почвами. Недеградированные земли наибольшее распространение имеют в Восточной части. Левобережная часть характеризуется максимальным проявлением слабодеградированных по степени кислотности почв. Они располагаются в виде локальных пятен различной конфигурации, площадью от 2 до 25 км^2. Максимальное проявление подкисления почв связано с территориями хозяйств АО “Озерки” и ПК “Ивановский”. Здесь pH изменяется до нейтральных значений и равно 6,2. Слабое подкисление почв может иметь как естественную природу, так и техногенную, обусловленную интенсивной промышленной и сельскохозяйственной нагрузкой. В правобережной части слабое подкисление отмечено лишь в южной части АО СГОК.

В результате следует отметить, что почвы Старооскольского района имеют pH = 7, слабая степень деградации проявлена линейно по правобережью р.Оскол.

Исследуемая территория, являясь частью Среднерусской возвышенности, в геоморфологическом плане относится к сильнопересеченным эрозионным равнинам с широким распространением покровных отложений и близостью к дневной поверхности, а местами и обнаженностью, коренных мел-карбонатных пород (Горшков, Кондратьев, 1990). Неотектонический режим геологической структуры, в пределах которой расположен район, предопределяет устойчивую тенденцию восходящих движений,

вследствие которых активизируются эрозионные процессы. Баланс их с темпами почвообразования представляет собой весьма неустойчивое равновесие, которое может нарушаться хозяйственной деятельностью человека, интенсивным землепользованием с большим удельным весом распаханных земель. В этих условиях весьма важно соблюдать этот баланс, для чего необходима его периодическая многофакторная оценка.

По своим геоморфологическим особенностям и в плане эрозионной опасности территория района довольно отчетливо с запада на восток делится на три части, разделенных основными артериями поверхностного водного стока. Западная - сильнорасчлененное правобережье р.Оскол, Центральная - левобережное пространство р.Оскол, ограниченное с востока его притоками рр.Убля и Котел, относительно пониженная, слаборасчлененная местность представляющая собой преимущественно аккумулятивную равнину, сложенную в основном песками аллювиального и флювиогляциального происхождения. Восточная часть района принадлежит бассейну р.Дон (междуречье рек Котел, Боровая и Скупая Потудань). Эта часть района представляет собой сильнопересеченную равнину с разветвленной овражно-балочной системой, базисом эрозии которой являются долины рр. Боровой и Скупой Потудани. Названные части района между собой также заметно отличаются по характеру растительности и распространенности определенных типов почв. Высокое правобережье р.Оскол по особенностям ботанико-географических условий входит в лесостепную зону Курского округа дубрав и дерновинно-разнотравных степей. Центральная часть с ее песчаными почвами в значительной мере покрыта сосновыми лесами и лесонасаждениями, а восточная часть (бассейн рр.Боровая и Скупая Потудань) - принадлежит зоне ковыльных степей и относится к Павловскому округу южно-русской степной провинции (Ахтырцев, Соловченко, 1984).

По нашим расчетам, в Старооскольском районе в большей степени

доминируют площади с уклоном местности 3-5%, на которых возможен смыв почв с интенсивностью менее 5т/га/год. Эти площади по ныне принятым нормативам имеют нулевую степень деградации, т.е. считается, что процессы почвообразования здесь способны компенсировать этот смыв. Эти площади в районе практически составляют около 20% и полностью используются под пашню (рис.8) .

Площади, смыв почв на которых может составлять 6-25 т/га/год, относятся к площадям первой степени деградации (слабодеградированные). В основном это не очень крутые и не очень длинные склоны балок, суходолов, водораздельных склонов долин рек. Уклоны их составляют обычно от 6 до 15%, при длине редко превышающей 300-500 м. Иногда это верхние части склонов сложного продольного профиля. Верхние границы таких склонов обычно задернованы и используются местным населением как сенокосные угодья. Аналогичны по степени деградации и земли, примыкающие к верховьям овражно-балочных систем, не закрепленных кустарниково-лесными насаждениями или лесными массивами. В площадном отношении составляют около 20% исследуемого района.

Ко второй степени деградации почв по уровню их смыва (среднедеградированные) относятся в основном нижние крутые части длинных склонов, где уклоны превышают 15-25%. Длина этих отрезков обычно не превышает 100-200 м, поэтому доля в общей площади земель по району составляет 7-8%. Эти склоны в основном используются как пастбища для скота, поэтому дерново-растительный покров на них нередко в значительной мере нарушается, что увеличивает риск эрозии. К таким склонам приурочены старые и молодые растущие овраги.

Площади более высоких степеней деградации имеются в западной и восточной частях района (смыв 20-100 т/га/год). Это отрезки очень крутых склонов балок с уклоном свыше 25%, они располагаются у самых подошв склонов и длина их не превышает первых десятков

метров. Тем не менее, несмотря на небольшую долю их в общей площади земель, они наиболее эрозионно-опасные, так как именно с ними прежде всего связано образование линейных форм эрозии. Площади земель с 3 степенью деградации не превышают нескольких процентов. В районе отмечается тенденция к расширению земель с сильной степенью эродированности. В основном это связано с бессистемным огородничеством в поймах, их распашкой. Этот процесс на территории Старооскольского района наблюдается повсеместно.

Проявление и динамика эрозионных процессов в значительной степени зависит от строения породых толщ. Последние представляют собой участки геологической среды, объединяемые сходными условиями образования, строением, близкими физико-механическими характеристика. Карта развития эрозионных процессов построена на основе карты породых толщ. Выявлено, что однослойный тип разреза распространен в активной зоне исследуемой территории локально, занимает около 15% общей площади. Такие участки имеют место в Центральной части, представлены песчаными толщами. К ним приурочены сооружения ОЭМК, частично промзоны “Котел”. На востоке исследуемой территории однослойная породая толща представлена суглинками. Двуслойное строение разреза отмечается в пределах всего Старооскольского геоэкорайона. Данный тип породой толщи встречается в виде локальных участков на водоразделах (р. Боровая Потудань). Причем верхняя часть разреза сложена как правило суглинками мощностью от 0,5 до 10 метров, нижняя – мелом либо глинами. Третий тип строения породых толщ, характеризующийся многослойным разрезом, имеет место по долинам рек и их террасам. Представлен переслаиванием песков, глин, мелов в разных соотношениях и мощностях.

Прогноз развития эрозионных процессов на исследуемой территории составлялся на основе корреляционного анализа,

взаимосвязывающего особенности строения породых толщ с показателем эрозионной пораженности. Выявлено, что для пород с преобладанием глинистой фракции коэффициенты корреляции статически значимы и положительны. Напротив, в грунтах, где преобладает фракция песков, коэффициенты корреляции отрицательны, но тоже значимы. Для суглинков Rxy = 0,74, для глин 0,51, для песков – (-0,7). Для дву- и многослойных породых толщ коэффициент корреляции рассчитывался по формуле:

$$R = \sum_{i=1}^{n} Rimi / m$$

Ri – коэффициент корреляции для пород первого слоя;
m_i – мощность первого слоя (м);
m - общая мощность (м):

Для двуслойных толщ полученная зависимость сохраняется, если они сложены близкими типами пород: суглинки – глины; песок – супесь. При смешении в разрезе песчаных и глинистых отмечается резкое снижение коэффициентов корреляции (Rxy=0,3). Многослойный тип породых толщ сохраняет значимую корреляционую зависимость между литологическим составом и степенью эрозионной пораженности только для участков переслаивания суглинков, глины и мела (Rxy=0,59). Во всех других случаях коэффициент испытывает незначительные колебания относительно нулевого значения. Для данного типа породых толщ динамика эрозионных процессов определяется крутизной склонов, климатическими условиями, растительностью.

Регрессионный анализ, определяющий связь литологического состава пород разреза и интенсивностью проявления эрозионных процессов, выявил следующие уравнения:

А) для глин $y = 2,55x + 18,72$
Б) для суглинков $y = 1,18x – 9,3$
В) для песков $y = -0,026x_1 + 2,37$

Где x – процентное содержание глинистой фракции;
x_1 – процентное содержание песчаной фракции;
y – коэффициент эрозионной пораженности.

Слабый уровень связи обусловлен учетом одного фактора, влияющего на интенсивность эрозионных процессов. Введение в расчеты иных, перечисленных выше, показателей позволит при необходимости дать более точные регрессионные характеристики.

Для разработки оптимальной схемы противоэрозионных мероприятий данные участки должны детально картографироваться в масштабах от 1 : 1 000, до 1:5 000. Высокодеградированные почвы консервируются до стабилизации течения эрозионных процессов.

Брошенные земли также являются потенциально эрозионно-опасными. Так, земли АО “Озерки”, в верховьях балки Гусли, представлены песчаными почвами, лишенными растительного покрова. В результате интенсивных июньских дождей (1996 г.) за короткое время на участках со слабыми уклонами, сформировались промоины глубиной до 0,2 м. Отсутствие специальных противоэрозионных мероприятий привело к образованию нового оврага.

Следует отметить положительную роль широкого комплекса противоэрозионных мероприятий, внедряемых основными сельскохозяйственными предприятиями района.

Оценка деградации почв Старооскольского района под воздействием геохимических факторов

В пределах исследуемого района фиксируется изменение геохимического баланса, основным направлением которого является усиление геохимического обмена веществ в почвенном покрове. Происходит это в большей мере в процессе извлечения из недр огромного количества горных пород, которые в новых физико-химических условиях быстро разрушаются до тонкодисперсных

фракций. Они расщепляются на минеральные составляющие, химические вещества и простые соединения.

В отличие от воды и воздуха, в почве тяжелые металлы сохраняются длительное время даже после того, как устранена причина загрязнения (Вавельский, Чебан, 1990). Поэтому для почв очень важна профилактика загрязнений.

В Старооскольском георайоне основными источниками стойкого загрязнения почвопород тяжелыми металлами являются пылевые выбросы карьера и отвалов, отходы промышленности, осадки сточных вод, компосты из бытового мусора, транспорт.

В результате литохимического опробования почв были выявлены ореолы техногенного загрязнения по суммарному показателю загрязнения (рис. 9).

Это дает представление о суммарной металлоносной нагрузке минеральной пыли. Анализ этой нагрузки выявляет, что на некоторых расстояниях от точечных объектов рассеяния, формируются достаточно четкие и в большинстве случаев контрастные эоловые потоки рассеяния с определенным набором элементов. Причем эоловые потоки сохраняют “геохимическую” основу своего источника, т.е. тот или иной превалирующий геохимический класс первоначальной среды рассеяния (Косинова, 1990).

Анализ характера пространственного загрязнения почв значимо отличается в пределах трех участков: левобережного, правобережного и восточного.

Правобережный участок располагается в пределах правобережья р.Оскол на территории района. Максимальная техногенная нагрузка в его пределах формирует высокий уровень загрязнения почвопород. Около 10% территории характеризуется очень сильной степенью загрязнения ($Zc > 64$). Это вторая зона влияния Стойленского карьера. Здесь общий токсикологический фон представлен металлами I класса

опасности: цинком, свинцом, бериллием, II класса: медью, молибденом, хромом, сурьмой, ниобием, никелем. Классифицирование элементов по классам опасности приведено согласно методическим указаниям по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами (Глазовская, 1989). Аномалия представляет собой округлое образование, включающее непосредственно карьер и прилежащие отвалы. Данный техногенный комплекс явился источником чрезвычайно сильного загрязнения почв.

Зоны сильного загрязнения, характеризующиеся $32<Zc<64$, обрамляют предыдущую зону, а также хвостохранилище Стойленского ГОКа. Мощность данной зоны варьирует от 300 м до 1,5 км. В ее пределах находится юго-западная промзона, характеризующаяся высоким модулем техногенной нагрузки. В районе хвостохранилища ,в почвах, среди компонентов I класса опасности - свинец, II - хром, молибден, медь, никель. Качественно набор загрязняющих компонентов относительно предыдущей зоны меньше почти в 2 раза. Здесь отсутствуют стронций, редкие земли.

Зона средней степени загрязнения почв характеризуется показателем суммарной токсичности от 16 до 32. Она составляет около 10% исследуемого участка. Пространственно окаймляет предыдущую зону и располагается в центральной части г.Старый Оскол. На ее образование оказывают влияния следующие компоненты I класса опасности: свинец, цинк; II - висмут, хром, молибден, медь, никель. Спектр тяжелых металлов достаточно широк, пространственно представляет собой геохимическую аномалию, охватывающую центральную часть левобережья города. Это связано с высокой плотностью техногенеза в центре г.Старый Оскол. Около 20 предприятий города расположено в пределах данной подзоны. Слабая степень загрязнения ($10 < Zc < 16$) фиксируется в почвах, площадь которых составляет около 50% территории. В качественном отношении

она представлена, в основном, элементами III класса опасности. Среди тяжелых металлов I класса отмечается свинец и цинк. Генезис возникновения этой зоны отличается от предыдущих. Источником ее формирования является сельское хозяйство, применение органических и минеральных удобрений.

На степень концентрирования тяжелых металлов в почвах оказывает влияние ее механический состав. Преобладание на левобережной части суглинистых почв способствует накоплению в них тяжелых металлов.

Левобережный участок характеризуется наличием двух крупных геохимических аномалий в центральной части. Сильная степень загрязнения фиксируется локально в I зоне влияния ОЭМК и в радиусе влияния промзоны “Котел”. Эксплуатация ОЭМК сформировала вытянутую в северо-западном направлении аномалию. Ее протяженность составляет 6 км, ширина - 2-2,5 км. Промплоощадка и I зона влияния ОЭМК располагаются в пределах территории, характеризующихся двумя видами ландшафтов: 1) трансаллювиального склонов водоразделов; 2) трансаллювиально-аккумулятивных надпойменных террас. Аномалия в районе ОЭМК фиксирует пути геохимической миграции. Выявлено, что при переходе от первого вида ландшафта ко второму отмечается увеличение концентраций в почвах всех микроэлементов на 30-50%. В качественном отношении аномалия представлена элементами I класса опасности: мышьяком, цинком, свинцом, II класса - хромом, молибденом. Сильная степень загрязнения почв наблюдается в районе промзоны “Котел”. Она вытянута к реке, длина ее не превышает 4 км, ширина 2. Зона среднего загрязнения почв обрамляет предыдущую и вытянута в северо-восточном направлении. Формирование данной зоны имеет комплексный характер. Это промышленный техногенез промузла “Котел” и сельхозаномалии в хозяйствах “Транспортник” и “Озерки”. В качественном отношении это

элементы I класса: свинец и цинк, никель, хром и барий. Зона слабого загрязнения почв объединила зоны влияния промузла “Котел” и ОЭМК, составляет около 70% участка.

В северной части Правобережного участка наблюдается аномалия почв со средней и малой степенью загрязнения. Она имеет сельскохозяйственную природу. Представлена свинцом, цинком (I кл. опасн.), никелем, хромом и оловом.

Левобережный участок представлен песчаными и супесчаными почвами, характеризующимися низкой адсорбционной способностью. Наличие здесь геохимических аномалий свидетельствует о длительных во времени и постоянных в пространстве источниках загрязнения.

Восточный участок составляет около 40% Старооскольского района. Он характеризуется практически повсеместным распространением чистых почв. Почвы со слабой степенью загрязнения располагаются локально, приурочены к отдельным полям, составляют около 10% участка. Модуль техногенной нагрузки имеет минимальное значение. В качественном плане это сельскохозяйственное воздействие.

Согласно предлагаемой методике был проведен анализ элементов, оказывающих максимальное токсикологическое влияние на биосистемы.

В пробах биоматериала определялся коэффициент концентрации металлов по формуле:

$$Кс = \frac{Ci}{Сф}, \text{ где}$$

Кс - коэффициент концентрации элементов;
Ci - содержание элемента в растении (г/кг);
Сф - фоновые значения элементов в данном типе растений региона (г/кг).

Фоновые содержания элементов в растениях взяты из работы Бойченко Е.А., Виноградова А.П. и др. “Содержание и роль элементов в жизни растений”, 1990 г. Данные исследований сведены в табл. 9.4.

Таблица 9.4.

Результаты анализа биоматериала, отобранного в прибортовой зоне карьера СГОКа

Наименование культуры	Элемент	Фоновые значения (г/кг)	Полученные концентрации (г/кг)	Коэффициент концентрации
Зерновые культуры	Ni	0,00005	0,0006	12
“-”	Mn	0.0075	0,3	40
“-”	Ba	0,00001	0,03	300
Травянисто-кустарниковая растительность	Ni	0,00005	0,001	20
“-”	Mn	0,0075	0,57	76
“-”	Ba	0,0001	0,02	200

Согласно предлагаемой методике геоэкологического анализа почв и пород для прибортовой части Стойленского карьера были выделены элементы, обладающие наиболее выраженными миграционными способностями в системе “геологическая среда – биота”. Это никель, марганец и барий.

Пищевые или трофические цепи возникают как результат сложных взаимоотношений между породами, почвами и растительностью. На рис. 10 обозначены особенности первого звена цепи питания, продуцентами которых являются автотрофные растения. Они создают первичную биомассу, аккумулируя солнечную энергию и минеральные вещества. Данный трофический уровень в результате техногенного воздействия характеризуется различной интенсивностью потока вещества и энергии. Так для зерновых культур характерно максимальное поглощение бария, далее марганца и никеля. Аналогичная тенденция наблюдается и в травянисто-кустарниковой растительности. Данные элементы имеют глубинное литосферное происхождение, попадают на поверхность при буровзрывных работах. Концентрирование никеля, марганца и бария в зерновых, травянисто-кустарниковых видах растений формирует суммарный токсикологический эффект Никель обладает канцерогенными свойствами. В литературе фиксируются случаи

хронического отравления людей марганцем в пределах горнодобывающих зон [27]. Проведенные исследования демонстрируют максимальное проявление онкопатии людей, работающих на карьере и проживающих в непосредственной от него близости (часть II, раздел 1.7). Никель относится к элементам II класса опасности, барий и марганец - к III классу [49] (Глазовская, 1989). Основываясь на полученных данных прибортовую зону карьера следует отнести к зоне чрезвычайного экологического бедствия. Максимальное загрязнение приурочено к стеблям и листьям травянисто-кустарниковой растительности. Уровень загрязнения зерновых культур также чрезвычайно высок.

Аналогичный анализ проводился в зоне воздействия Оскольского электрометаллургического комбината. Была вывявлена динамика содержания тяжелых металлов в листьях деревьев в зоне максимального влияния (r=5 км), умеренного влияния (r=10-15 км).

Для каждой подзоны составлены графики, отображающие особенности биогеохимического цикла тяжелых металлов (рис. 11). В пределах первого звена пищевой цепи прослеживаются высокие концентрации свинца, меди, цинка и стронция. Данные элементы представляют собой объекты особого внимания при эколого-геологических исследованиях. Следует отметить, что грибы аккумулируют тяжелые металлы в гораздо больших концентрациях, чем листва деревьев. Особую значимость составляет суммарная биоаккумуляция в грибах меди и стронция. Данные элементы попадают в геологическую среду атмофильным путем в результате выбросов ОЭМК и развевания пыли с меловых отвалов СГОКа. Степень ущерба, наносимого микроэлементами оценивается легкостью их поглощения растительностью. Так аккумулирование свинца вызывает нарушение обмена веществ, способно формировать хронический токсикологический эффект [219] (Теория и методология.., 1997). Цинк

наименее токсичен из рассматриваемых тяжелых металлов. Медь наряду со свинцом и цинком попадают в геологическую среду из выбросов ОЭМК. Она может переноситься на большие расстояния с воздухом и водой (Смирнова, Умнякова, Лазаренко, 1985). По некоторым литературным источникам медь является причиной заболевания раком легких (Беус, Грабовская, Тихонова, 1976). Собственные исследования показали, что среди работников ОЭМК, проживающих в г. Старый Оскол (район Нового города), частота заболевания раком легких превышает иные виды в 5-7 раз. Доля радиоактивного изотопа в общем количестве стронция не определялась, однако в районах меловых отвалов общий радиационный фон повышен на 2-5 мкр/час. Никель, ванадий, кобальт и хром фиксируются в пределах фоновых концентраций. Во второй зоне отмечается общее уменьшение концентраций всех компонентов: свинец в 2 раза, цинк и стронций уменьшились на 30%, остальные компоненты фиксируются в концентрациях уменьшенных на 20-30%.

Третья зона характеризуется как минимальная по уровню влияния ОЭМК. Однако в ее пределах значимым становится воздействие промзоны “Котел” и предприятий г. Старый Оскол. Набор элементов - загрязнителей не изменяется качественно. В количественном отношении вновь возрастают концентрации свинца (Кс=1,5), цинка (Кс=5), стронция (Кс=9). В два раза, относительно II зоны, возрастает содержание хрома и кобальта.

Тяжелые металлы воздействуют на растения и грибы следующим образом: нарушают функции ферментов; выполняют роль антиметаболитов; образуют устойчивый осадок с главным метаболитом; изменяют проницательность клеточной мембраны; замещают важные структурные элементы в клетке. Каждая из этих аномалий способна серьезно нарушить целый ряд существенных физиологических функций, а именно, вызвать замедление таких процессов как: рост растений и

грибов, разложение листового опада, процесса фотосинтеза, размножения и др.

Так, посадки хвойных деревьев, произрастающих в непосредственной близости от промплощадки ОЭМК, находятся в угнетенном состоянии. Во многих местах остались следы пожаров.

Тяжелые металлы и другие примеси могут оказывать воздействие на растения и косвенным путем. Листья деревьев, находящихся под влиянием вредных промышленных выбросов, чаще подвергаются поражению патогенными микроорганизмами. Это отмечено в районе сел Нижне-Атамановское, Манаково и в непосредственной близости промплощадки ОЭМК.

Кроме того, были отмечены поражения листьев дуба мучнистой росой в районе с. Обуховка, Верхне-Чуфичево, Прокудино, а также листьев мать-и-мачехи ржавчиной в районе с. Новиково.

По результатам эколого-геологических исследований состояния почвенного покрова была построена соответствующая карта (рис. 12). Ее сравнение с картой загрязнения почв полным комплексом тяжелых металлов выявило уменьшение зоны средней степени загрязнения на 20%. Однако общая конфигурация зоны неблагоприятной оценки ($Zc>33$) осталась неизменной. В ее пределах различные виды растений, грибы насыщены свинцом, медью, цинком, стронцием, марганцем, никелем, барием. Определена значимая зависимость между деятельностью Стойленского ГОКа, ОЭМК, юго-западной промзоной и зоной “Котел” с уровнем заболевания населения раком легких, верхних дыхательных путей.

Заметное загрязнение атмосферного воздуха и почвопород происходит за счет транспорта и прежде всего автомобильного. При его сильном развитии и при наличии густой сети автомобильных дорог справедливо ожидать обогащение ландшафта свинцом, поступающим в окружающую среду с отработанными газами двигателей внутреннего

сгорания. Свинец является наиболее распространенным элементом, он легко адсорбируется глинами и в них его содержание повышено. Все это закономерно прослеживается при сопоставлении карты загрязнения почвопород тяжелыми металлами с картой плотности дорожной нагрузки в пределах территории Старооскольского района. При сопоставлении очевидно, что максимумы плотности дорожной нагрузки совпадают с максимумами накопления свинца в почвогрунтах, а также в некоторой степени влияют на распределение других тяжелых металлов. Так, например, относительно высокая плотность дорожной нагрузки в пределах хозяйств АО “Озерки”, АО “Городищенское”, СХК “Архангельский”, СХК “Дмитриевский”, СХК “Потуданский”, СХК “Знаменский”, к-за “Родина”. КП “Петровское”, СХК “Ивановский”, АО СГОК, АО “Осколец” совпадает с максимальными концентрациями тяжелых металлов в почвогрунтах этих хозяйств, и поэтому является одной из причин их накопления.

Эксплуатация карьера предполагает наличие крупной сети технических дорог. По ним на тяжелом транспорте производится перевозка руды. Одним из наиболее вредных компонентов в зонах таких дорог является пыль. По дисперсности она относится к III-IV группам, т.е. 50% представлено размером < 5 мкм. Пыль образуется в результате износа гравийных покрытий под воздействием колес автомобилей. Крупные фракции размером 1 мм оседают в радиусе 5-7 м от дорог, накапливаясь в верхнем слое почвы. Мелкие частицы (< 1 мм) образуют аэрозоли и распространяются с воздушными массами на большие расстояния - до 100 м. В поверхностном придорожном слое обнаружено до 400 мг/кг свинца. Основное его количество приходится на неорганические соединения. Степень преобразования почв придорожных зон зависит от класса дороги. В пределах рассматриваемого геоэкорайона помимо обозначенного имеются дороги трех типов. Первые - проселочные, характеризуются низкой плотностью

транспортного потока, практически не имеют придорожных отводов. Зона их влияния характеризуется повышенной запыленностью. Второй тип объединяет автомобильные магистрали двухстороннего движения. Это дороги Воронеж - Ст.Оскол, Ст.Оскол - Белгород. Ширина придорожных отводов варьирует от 3 до 10 м. Загрязнение почв фиксируется в пределах отводов. Большая степень концентрирования свинца в почвах отмечается в пониженных частях рельефа. При прохождении дороги по возвышенностям концентрация загрязнения в зоне влияния уменьшается (до 30 мг/кг), а радиус влияния увеличивается. Дороги третьего типа - двухсторонние магистрали - характеризуются максимальной плотностью транспортного потока (г. Старый Оскол - ОЭМК). Здесь почвенное загрязнение фиксируется в радиусе 10-40 м (в зависимости от рельефа), загрязнение атмосферы распространяется на 100-300 м и более.

При дорожном строительстве в Старооскольском районе используются следующие материалы:

1) естественные минеральные материалы, получаемые при эксплуатации ГОКов. Они экологически безопасны и могут использоваться без ограничений;
2) отходы обогащений, получаемые в результате промышленной обработки руд. Используются при отсыпке проселочных дорог. Пригодны для сооружения оснований в укрепленном, гидрофобизированном виде или при конструктивной гидроизоляции;
3) активные нетоксичные материалы (гидравлические вяжущие, низкомолекулярные углеводороды и т.п.), обладающие химической активностью, но не образующие при невысокой концентрации токсичных соединений.

Дождевой, талый и поливомоечный сток загрязнен веществами органического и неорганического происхождения - твердыми

частицами, пылью, маслами, частицами грунта. Твердые частицы находятся в стекающей воде во взвешенном состоянии, а нефтепродукты - в состоянии эмульсии. Минерализация стоков с среднем составляет 300 мг/л. Дождевой сток с 5 железнодорожных мостов района содержит до 40 мг/л нефтепродуктов. Сток талых вод также значительно загрязнен - до 20-30 мг/л нефтепродуктов. 50 % свинца, содержащегося в выбросах, аккумулируется на поверхности почвы толщиной 6 см в полосе воздействия. На лугах и залежах свинец загрязняет почвенный слой толщиной до 10 см, пахотные почвы при вспашке перемешиваются на глубину до 20 см. Свинец поглощается больше корнями древесных и травянистых растений, чем хвоей или листьями. По сравнению с лесной растительностью содержание свинца в культурных растениях в 5 раз меньше, но в придорожной полосе оно резко увеличивается. В зерне пшеницы и ячменя, высаженных в придорожных полосах, оно возрастает в сравнении с фоном в 3-8 раз, в клубнях картофеля в 26 раз, в капусте и моркови - в 4-7 раз.

Детальный анализ изменения компонентов природной окружающей среды, возникающего при строительстве и эксплуатации дорог различного назначения выявил, что данный техногенный фактор играет в Старооскольском районе значимую роль и должен учитываться в прогнозировании природоохранных мероприятий.

Обобщая информацию по степени загрязнения почв Старооскольского района следует отметить, что выделенные участки (Левобережный, Правобережный и Восточный) в качественном и количественном отношении значимо отличаются. Правобережный участок оценивается как кризисный (Кэ=-0,02). Общая площадь загрязненных почв составляет 80%. Количество элементов I и II классов опасности - около 8-10. Левобережный участок оценивается как весьма неблагоприятный. Общая площадь загрязненных почв составляет 80%. Высокотоксичные элементы составляют группу в 5-6 наименований,

Кэ=0,12. Восточный участок характеризуется как благоприятный, максимально приближенный к фону. Элементы загрязнители I и II классов опасности представлены свинцом, цинком, хромом, никелем в малых суммарных концентрациях. Кэ близок к единице.

Эколого-геологические исследования цепочки “геологическая среда – биосистемы” выявили перечень элементов, активно мигрирующих в трофических цепях. Среди них свинец, цинк, медь, стронций и барий. Анализ закономерностей пространственного размещения выявленных металлов позволил выделить участки в пределах загрязненных территорий, на которых их суммарный показатель <10. Данные участки по геохимическому параметру могут быть оценены как благоприятные.

Применение нового метода эколого-геологических исследований почв и пород позволяет уточнить границы оценки состояния ГС, ориентировать проведение природоохранных мероприятий

9.5.3. Гидрогеодинамические особенности района

Масштабы и направление процессов загрязнения подземных вод связаны с особенностями их гидродинамики. Поток подземных вод сеноман-альбского возраста направлен к р. Оскол, слабо деформируется реками Убля, Котел, Осколец и Чуфичка. Абсолютные отметки уровня в пределах террас и водораздела варьируют от 120 до 135 м, в долине р. Оскол они снижаются до 115,8 м. Естественный удельный расход потока подземных вод - от 1,5 до 2,5 $м^2$/сут.

Гидродинамическая обстановка в районе Стойленского карьера обусловлена рядом антропогенных факторов, существенно изменивших естественные условия распространения и залегания подземных вод на площади = 60 $км^2$. Главным фактором нарушенного режима является карьер, вокруг которого осуществляется глубинный дренаж подземных вод и хвостохранилища (гидротвалы), из которых происходит инфильтрация воды в водоносный горизонт альб-сеномана. Таким

образом, на довольно малой площади наблюдается и питание за счет инфильтрации, и извлечение (дренаж) подземных вод.

Под влиянием дренажных систем образована асимметричная депрессионная воронка, вытянутая в широтном направлении и несколько смещенная в сторону р. Оскол. С севера она ограничивается р. Осколец, с Ю-З и Ю-В - инфильтрационными куполами хвостохранилищ ЛГОКа и СГОКа. По бортам карьера альб-сеноманский горизонт сработан полностью, а на подземном водоразделе между карьерами остаточная мощность не превышает 25 м с абс. отм. уровня 128 м (1.1996 г.) Депрессионная воронка по гидроизогипсе 120 м имеет размеры = 3,3 км с С на Ю, 6,5 км с З на В.

Таким образом, в зоне влияния Стойленского карьера фиксируется сработка сеноман-альбского водоносного горизонта более, чем на 50%. В геологическом разрезе этот процесс проявляется в виде формирования депрессионной воронки, в результате чего весь пласт осушен. В зоне хвостохранилища Стойленского ГОКа за счет процесса инфильтрации произошел подъем уровня подземных вод более чем на 50%. Отмечается формирование подтопления и заболачивания. В пределах левобережной части г. Старый Оскол наблюдается значимая деформация уровенного режима. Подземные воды залегают здесь на глубине от 0,5 до 2,5 м. Засыпка ложбин, являющихся естественными дренами, проведенная в 1992 г. привела к подъему уровня на 30-40%. Сформировалось повсеместное подтопление территории. В подвальных помещениях зданий почти круглый год стоит вода, заболачиваются пониженные части рельефа.

Аналогичная ситуация наблюдается в зоне влияния Старооскольского водохранилища, граничащего с северо-запада с одноименным районом. Здесь причиной поднятия уровня подземных вод на 25-50% являются процессы инфильтрации вод из чаши водохранилища.

Значимое изменение уровня продуктивного водоносного горизонта происходит в зонах влияния водозаборов. Три наиболее крупных из них находятся в долине р. Убля - Воротниковский, Незнамовский, Ильинский. Первый находится в 3,3 км выше впадения реки в р. Оскол, Незнамовский - в 0,8 км выше по течению, в 1 км от Незнамовского - Ильинский. Среднегодовые расходы соответственно составляют 27,8 тыс. $м^3$/сут, 17,1 тыс. $м^3$/сут; 11,4 тыс. $м^3$/сут. Глубина депрессионных воронок достигает 10 м, что превышает 50% от первоначальной глубины залегания (Основы рационального…, 1991).

Локальные источники изменения уровня сеноман-альбского водоносного горизонта распространены по всей исследуемой территории. Среди них утечки производственных и сточных вод, частные скважины, колодцы и т.п. Отсутствие функциональной режимной сети не позволяет провести полную и достоверную оценку гидрогеодинамических условий района. Проведенный анализ выявил наличие неблагоприятной геоэкологической ситуации, сложившейся при эксплуатации подземных вод в зоне Стойленского карьера, хвостохранилища, городских водозаборов. Условно благоприятными являются территории левобережья г. Старый Оскол, в зоне влияния Старооскольского водохранилища. Остальная территория исследуемого геоэкорайона характеризуется невысокими значениями преобразования уровенного режима (до 10%) и оценивается как благоприятная.

9.5.4. Оценка плотности техногенной нагрузки

Оценка техногенной нагрузки дана на основе расчета модуля техногенной нагрузки, определенного по суммарной величине предельно допустимых атмосферных выбросов промышленных зон и комплексов.

В процессе оценки были рассмотрены характерные типы распространения вредных веществ. Высота подъема газовых выбросов зависит от ряда параметров:

- турбулентности воздушных потоков;

- плотности газа;

- скорости горизонтального движения ветра.

Миграция атмофильных элементов определяется атмосферной турбулентностью, скоростью ветра и вертикальным температурным градиентом (Бочаров, Косинова, 1995). Температурный градиент определяется степенью нагретости поверхности земли и прилегающего к ней слоя воздуха. Чем выше температура земли, тем интенсивнее вертикальное перемещение воздуха. Для исследуемого района в весенне-осенний период температура воздуха повышается примерно на 1^0С на 100 м. Воздух обладает свойствами, сходными с окружающими массами и не будет иметь дополнительного ускорения. Такое состояние атмосферы называется нейтральным. В летний период при максимальных значениях вертикального температурного градиента движущийся снизу объем воздуха получает ускорение. Нагретый воздух поднимается вверх, холодный опускается вниз. Это неустойчивые конвективные условия. В зимний период вертикальный градиент температуры воздуха близок к $О^0$ или имеет отрицательные значения. Поднимающийся поток воздуха холоднее окружающего, его движение затухает. Это устойчивые инверсионные условия.

Таким образом, максимальное вертикальное перемещение ингредиентов происходит в летний период, минимальное - в зимний.

Форма струи, появляющейся из трубы, зависит в основном от вертикального температурного градиента. В пределах района были отмечены атмосферные выбросы следующих форм:

а) Волнообразная струя. Характерна для летнего периода. Величина вертикального температурного градиента постоянно изменяется. Такая форма струи рассматривается как благоприятная для рассеивания выбрасываемых веществ.

б) Веерообразная форма возникает при температурной инверсии в

зимний период. Вертикальное рассеивание почти не наблюдается. Миграция ингредиентов зависит от их концентрации и скорости ветра. Такая форма струи считается условно благоприятной, т.к. выбросы не приближаются к земной поверхности, максимально рассеиваются в пространстве.

в) Наиболее неблагоприятна задымляющая форма струи. Падение температуры начинается у поверхности земли. Выбрасываемые вещества тепловыми вихрями приносятся к земле вдоль всей струи. Наземная концентрация вредных веществ максимальна. Наблюдается преимущественно в весенне-осенний период.

В пределах Старооскольского геоэкорайона атмофильный путь транспортировки твердого вещества в геологическую среду является одним из главных.

Оценка плотности техногенной нагрузки проводилась расчетным методом (Косинова, 1994). При картировании зон с максимальными значениями Мт учитывались особенности рассеивания вредных веществ, приземные концентрации.

Правобережный участок характеризуется максимальным уровнем техногенной нагрузки. Площадь территории, где Мт превышает 10000 т/г, составляет около 20%. Она включает Стойленский карьер, отвалы, юго-западную промзону. Основным источником загрязнения являются буровзрывные работы на карьере. При одном взрыве в атмосферу выбрасывается около 400 т твердых частиц.

Конфигурация зоны очень сильного воздействия уточнялась данными по приземным концентрациям. Согласно расчетам и аналитическим замерам зона сильного влияния карьера составляет 2 км. В пределах данной зоны выпадает 75% твердых частиц, выбрасываемых при буровзрывных работах. Отвалы, высота которых в среднем составляет 50 м, являются частичной преградой для переноса частиц. Зона максимального рассеивания частиц самих отвалов составляет 200

м. В результате натурных наблюдений выявлено, что в процессе активного пыления принимает участие слой породы толщиной 2 см. В пылепереносе с площади 1 $м^2$ отвала участвуют 60 кг грунта. Поверхностная концентрация осевшей пыли составляет 272 $г/м^2$.

Суммарный показатель выбросов СГОКа составляет 36000 т/год. Зона очень сильного техногенного воздействия в пределах Правобережного участка синтетична. Она также включает Юго-западную промзону, в пределах которой находятся площадки АООТ "Завод металлургического машиностроения" (ПДВ = 3098,9 т/год) и цемзавод (ПДВ = 24.804.8 т/г). Выбросы первого содержат 68,2 т/г соединений I и II классов опасности; второго - 3968,7 т/год. В качественном отношении выбросы высоких классов опасности завода металлургического машиностроения представлены диоксидом марганца, сварочным аэрозолем, хромовым ангидридом, фтористым водородом, фенолом, формальдегидом, серной кислотой, фтористым водородом. Для выбросов I и II классов опасности промплощадки цемзавода характерны пятиокись ванадия, сварочный аэрозоль, оксиды марганца, большое количество диоксида азота.

Сформировавшаяся зона очень сильного загрязнения имеет северо-восточную ориентацию и вытянута в сторону г. Старый Оскол.

По высоте устья труб источники загрязнения атмосферы относятся к высоким и средним. При резком изменении вертикального температурного градиента выпадение вредных веществ формирует высокие приземные концентрации. Коэффициент экологического состояния территории равен - 0,08, т.е. она отнесена к кризисным (Н).

Зона сильного загрязнения охватывает около 50% территории участка. На севере она включает центральную и юго-западную части г.Старый Оскол, на юге - объединяет зоны влияния карьера, завода по переработке мела, предприятий сельхозкооперативов. С востока эта зона сливается с аналогичной, отнесенной к левобережному участку.

По высоте источники загрязнения относятся к средним и низким, что обеспечивает высокие приземные концентрации вредных веществ в радиусе аэродинамической тени (от 0,5 до 3 км).

Среди основных ингредиентов следует отметить марганец и его соединения (I класс опасности), диоксид азота (II класс опасности), свинец и его соединения (I класс опасности), формальдегид, акромин, фенол (II кл. опасности) и другие. Данная зона включает более 30 предприятий. Зона среднего загрязнения ($50 < Мт < 100$) располагается в основном в северной и южной частях участка, сформировалась под воздействием первых двух зон.

По высоте устья источники загрязнения относятся к низким и приземным.

Левобережный участок также характеризуется дифференцированной техногенной нагрузкой. В центральной его части находятся мощные источники загрязнения: ОЭМК и промзона “Котел”. Общий объем выбросов ОЭМК превышает 20000 т/г. Среди них тяжелые металлы: мышьяк, кадмий, цинк, свинец, бериллий, фосфор, также соединения азота, марганца, пятиокись ванадия, оксид никеля и т.д. 30% от общего объема выбросов поступает в окружающую среду из высоких труб ($h > 50$ м). Анализ загрязнения почвопород в радиусе влияния ОЭМК выявил максимальную дальность рассеивания. Она составляет 15 км. Другие источники выбросов в пределах ОЭМК имеют преимущественно среднюю высоту. Их радиус влияния составляет 5 км. Общий объем выбросов высокой токсичности составляет 4800 т/год.

Промышленная зона “Котел” располагается в 6,2 км северо-западнее ОЭМК. Как и первый, данная зона находится в пределах городской черты. Ее площадь составляет 6,5 км^2. Здесь расположены 23 предприятия, таких как: завод механомонтажных заготовок, НПО “Электромонтаж”, завод вентзаготовок, завод столярных строительных конструкций, АО “Центрметаллургремонт” и т.д. Общий объем

выбросов составляет 868 т/год. 30% данных выбросов представляют вещества I и II классов опасности. Их количество составляет 260 т/год. В качественном отношении это окислы марганца, ароматические углеводороды, пары серной кислоты, фтористый водород, фториды, формальдегид и т.д.

Сильная степень техногенной нагрузки составляет около 35% территории. Данные предприятия формируют зону сильного техногенного воздействия, сливающуюся с правобережной.

Средняя степень техногенной нагрузки характерна для 17% левобережного участка. Охватывает левобережье г.Старый Оскол, междуречье Котла и Убли. В ее пределах располагаются мелкие предприятия, в основном, сельскохозяйственной ориентации. Доля высокотоксичных вредных веществ здесь не превышает 2-5%. Представлена соединениями азота, ароматическими углеводородами. Для остальной территории Правобережного участка отмечается низкая степень техногенной нагрузки (Мт < 50 т/год). Рассчитанный коэффициент экологического состояния территории составляет 0,7, т.е. она отнесена к весьма неблагоприятной.

Восточный участок Старооскольского района является благополучным по уровню техногенной нагрузки. Данная территория имеет допустимый, низкий уровень загрязнения. Модуль техногенной нагрузки - < 50 т/год. Это мелкие предприятия по ремонту техники, строительные объединения. Наиболее крупное из них расположено в коллективном хозяйстве “Петровское”, что на юге района. Здесь общий объем выбросов составляет 43 т/год. Из них 0,25 т/год представляют окислы марганца, сероводород, бензпирен, сварочный аэрозоль. Предельно-допустимые выбросы производственного кооператива “Потуданский” (северо-восточная часть района) составляют 34,3 т/год. Это сельхозпредприятия, его выбросы представлены веществами III и IV классов опасности. Аналогичны предприятия сельхозкооператива

“Заря”, производственного кооператива “Дмитриевский”, АО “Городищенское”. В пределах АО “Заречье” располагаются элеваторы. При общем объеме выбросов в 25,7 т/год, 4,38 т/г - вредные вещества I и II классов опасности. Это окись азота, бензпирен, окислы меди, фосфорный ангидрид. По значению Кэ Восточный участок характеризуется как благоприятный.

Систематизируя информацию по уровню техногенной нагрузки в пределах Старооскольского района можно сделать вывод, что максимальному воздействию подвержена территория Правобережного участка (рис.27). Здесь имеет место очень сильный уровень техногенной нагрузки (Мт > 10000 т/год) на площади около 65 км^2. Максимальные значения модуля техногенной нагрузки формируются за счет эксплуатации карьера, отвалов СГОКа, юго-западной промзоны. Выбросы данной зоны характеризуются весьма обширным спектром вредных веществ высших классов опасности.

Очень сильная степень загрязнения характерна для центральной части Левобережного участка. Представлена выбросами ОЭМК. Особое внимание обращает большое качественное и количественное разнообразие вредных веществ I и II классов опасности как в зоне влияния ОЭМК, так и в зоне влияния промузла “Котел”.

45% территории Старооскольского района характеризуется низким уровнем техногенной нагрузки. Пространственно данные территории расположены в восточной части района, частично на севере и юге.

В целом, в пределах Старооскольского района ежегодно в атмосферу выбрасывается около 75000 тонн вредных веществ, 15000 тонн - это вещества I и II классов опасности. Сравнительный анализ состояния районов Центрального Черноземья показал, что Старооскольский район по показателю плотности атмосферных выбросов может быть отнесен к категории чрезвычайной экологической ситуации.

9.5.5. Уровень заболеваемости населения г. Старый Оскол

При крупномасштабном экогеологическом картировании детально рассматриваются факторы, вызывающие конфликтные ситуации между компонентами геологической среды, элементами биосферы, человеком. Несомненно, необходимы исследования, фиксирующие реакцию человеческого организма на внешние воздействия.

Две трети населения в пределах Старооскольского района проживает в г. Старый Оскол. В этой связи был проведен анализ онкопатии населения города. Этот метод был выбран как наиболее результативный в районах с весьма интенсивной техногенной нагрузкой.

Наиболее изучен профессиональный рак. Это объясняется прежде всего благоприятными условиями для его изучения: наличие мощного канцерогенного воздействия, вызывающего возникновение опухоли в относительно короткие сроки, ограниченный контингент, подверженный этому воздействию, который достаточно легко может быть прослежен ретроспективно и проспективно и т.д.

Несравненно более сложно определить степень реальной опасности слабых канцерогенных воздействий, с которыми человек встречается в своей жизни повседневно (в быту, на улице и т.д.). При этом следует иметь в виду, что в случае “коммунальных воздействий” речь идет о наиболее ранимой части населения - детях, беременных женщинах, людях, ослабленных болезнью (Александров, Напалков, 1981). Это своеобразная многомиллионная группа повышенного риска возникновения злокачественных новообразований. Если для практически здоровых лиц, отбираемых для работы на промышленных предприятиях, контакт с канцерогенным агентом опасен, то для перечисленных групп населения он гораздо опаснее. По этой причине “коммунальные” канцерогенные воздействия приобретают особое значение, несмотря на то, что в настоящее время с ними связывают лишь несколько процентов от суммарной онкопатологии человека. По нашему

мнению, происходит недооценка этого фактора, которая связана прежде всего с большими методическими трудностями изучения данного вопроса.

Наибольшая техногенная нагрузка территории г.Старый Оскол приурочена к юго-западной зоне. Максимальное приближение промышленных предприятий, объектов горнодобывающей промышленности, ГОКов приводит к нарушению равновесия как окружающей среды, так и равновесия человеческого организма. Территория так называемого Старого города характеризуется значительно меньшей техногенной нагрузкой, однако в ее пределах проживают, в основном, пожилые люди. Здесь велика доля частного сектора.

Район Нового города имеет свою специфику. Уровень техногенной нагрузки в его пределах минимален, однако подавляющее большинство населения микрорайона является работниками ОЭМК и других промышленных предприятий города.

Сбор материалов проводился в Белгородском онкодиспансере по учету данных о больных онкозаболеваниями, первично обратившихся по этому поводу и у которых эти заболевания были диагностированы в 1995 г. Данные о каждом больном заносились в карточки, которые помещались в картотеку и в дальнейшем подвергались анализу.

Общее количество заболеваний составило 295 случаев. Из них 47% - жители Юго-западных микрорайонов, 27,7% - жители Старого города, 24,8% - жители Нового города.

В пределах Юго-западного района максимально проявляется влияние выбросов промзоны, промплощадки цемзавода, карьера и карьерной площадки Стойленского ГОКа. В атмосферу выбрасывается максимальное количество (по району) вредных веществ высших классов опасности, Комбинированное воздействие малых доз канцерогенов выражается в максимальном проявлении таких видов заболевания как

рак кожи и нижней губы, рак легких, редко встречающихся видов онкопатии. Средний возраст больных - 54 года. В пределах Юго-западного района суммируются следующие факторы, определяющие онкопатию: загрязнение атмосферы и профессиональные вредности.

Район “Старого города” занимает второе место по качественным и количественным проявлениям рака. Лидирующее место: рак кожи и нижней губы, рак легких, рак женских органов, рак желудка. Средний возраст больного - 78 лет. В пределах “Старого города” большую долю составляет частный сектор, где проживают пожилые люди. Почвы центральной части города весьма сильно загрязнены соединениями азота. Огородничество в этом районе способствует активному проникновению канцерогенов в организм человека. Широкое распространение предприятий различного профиля в пределах данного района создает дополнительную канцерогенную нагрузку.

Район “Нового города” по параметрам онкопатии незначительно отличается от района “Старого города”. В количественном отношении он представлен в меньшей степени, но в видовом проявлении более обширен (15 видов). В наибольшей степени проявлен рак легких, рак желудка, женские заболевания и рак крови. Средний возраст больного - 53 года. В пределах данного района основным фактором являются профессиональные вредности. В “Новом городе” проживают люди, работающие на крупнейших предприятиях города и района. Экологический фактор здесь имеет подчиненную роль.

Проведенный анализ позволил выявить высокий уровень онкозаболеваемости в пределах г. Старый Оскол. Следует отметить тесную взаимосвязь экологических параметров компонентов окружающей среды и степени проявления онкопатии.

9.5.6. Эколого-геологическая оценка Старооскольского района

Экогеосистема Старооскольского района является гетерогенной. По особенностям структуризации в ее пределах имеют место все классы ГС - селитебный, промышленный, горнодобывающий, гидротехнический, агротехнический и лесотехнический. Они тесно переплетены, формируют комплексные причинно-следственные связи.

Была построена эколого-геологическая карта территории Старооскольского геоэкорайона. Данная карта синтетически обобщает всю информацию по атрибутным и внешним факторам системы. По своему типу она относится к категории оценочных.

Анализ атрибутивных и внешних факторов системы выявил три участка в пределах исследуемой территории, отличающиеся по экогеологическим параметрам. В этой связи оценку состояния ЭГС целесообразно проводить по данным участкам.

Правобережный участок характеризуется наиболее неблагоприятной эколого-геологической ситуацией. Около 60% территории участка относятся к неблагоприятной зоне. Наибольшее опасение вызывает участок карьера с прилегающими территориями и территория хвостохранилища Стойленского ГОКа. Здесь отмечается комплексное воздействие максимально выраженных факторов. Так, в зоне карьера на фоне незащищенных водоносных горизонтов фиксируются наибольший выброс вредных веществ в атмосферу и, как следствие, катастрофически опасное “металлическое” загрязнение пород. Общая площадь ореола составляет около 50 км^2. В зоне влияния хвостохранилища интенсивное загрязнение почвопород происходит в пределах поймы р.Чуфичка, где отмечаются условия незащищенных подземных вод. В пределах данного участка фиксируется максимальная степень нарушенности рельефа, деформация уровенного режима подземных вод. Остальная часть неблагоприятной зоны отнесена к

последней по показателю незащищенности продуктивного водоносного горизонта. Она представлена в поймах рек Оскол, Осколец, Чуфичка, а также в овражных системах западной и юго-западной части участка.

Около 35% территории отнесено к условно благоприятной зоне. Южная часть характеризуется умеренно выраженным комплексом различных параметров: от условной защищенности подземных вод, средней степени деградации почв, среднего модуля техногенной нагрузки до отдельно представленных показателей: средний уровень почвенных потерь, условная защищенность водоносных горизонтов и т.д. В юго-западной части отмечается выдержанная территория, площадью около 40 км^2, характеризующаяся умеренно выраженным Мт, средней степенью засоления и загрязнения почв. В северной части участка условно неблагоприятное состояние ЭГС фиксируется по степени засоления почв токсичными солями без участия соды, по проявлению процессов подтопления.

Благоприятная по всем показателям ЭГС имеет место в северо-западной части участка, является единственной на всей исследуемой территории.

Центральный участок в целом характеризуется более благоприятной обстановкой. Неблагоприятная зона занимает около 40% территории и представлена, в основном, незащищенными водоносными горизонтами. Пространственно эта зона совпадает с долинами рек Оскол, Котел, Убля. Зона синергетического влияния максимальных параметров модуля техногенной нагрузки, загрязнение почв на фоне незащищенных водоносных горизонтов образовалась в районе промплощадки ОЭМК. Площадь данной зоны превышает 30 км^2. В центральной и северной частях участка отмечаются локальные проявления неблагоприятной зоны. Они связаны с распространением солончаков, солодов и сильно засоленных почв природного и техногенного генезиса. Большая часть центра и север Центрального

участка оценивается как условно благоприятный. На фоне условно защищенных водоносных горизонтов проявляется средняя степень деградации почв по показателю засоления и загрязнения. В качественном отношении засоление с присутствием соды эпизодично, в основном это соли хлоридов и сульфатов. В северной части района фиксируется обширное загрязнение почв сельскохозяйственного генезиса.

Восточный участок (восточнее верховьев р.Котел) максимально приближен к природным фоновым значениям. Неблагоприятная зона обозначена только незащищенными водоносными горизонтами, ее площадь не превышает 30%. Наиболее широко здесь представлены участки недеградированных почв, чистых поверхностных вод, благоприятного состояния биосферы. Интенсивное развитие сельского хозяйства на данном участке не привело к загрязнению почв, элементов гидро- и биосферы. Слабая степень засоления и эрозии почв имеет естественную природу. В настоящее время здесь не наблюдается тенденции к активизации данных процессов.

Общая экогеологическая оценка территории Старооскольского района позволяет сделать следующие выводы:

1) Экогеологическая система Старооскольского района по набору атрибутивных и внешних факторов подразделяется на три подсистемы:

а) Правобережная ЭГ подсистема характеризуется как наиболее неблагоприятная. По структуре она комплексная, представлена горнодобывающим, промышленным, агротехническим и селитебным классами ЭГС. В ее пределах выделяются зоны экологического бедствия, чрезвычайной экологической ситуации, приуроченные к Стойленскому карьеру и прилегающим территориям. Формирование данных зон связано с горнодобывающей и горнообрабатывающей промышленностями. Территория выделенной зоны является первостепенным объектом природоохранной деятельности.

б) Центральная ЭГ подсистема отличается более благоприятным состоянием. В ее структуре имеет место селитебный, промышленный и агротехнический классы ЭГС. Особого внимания требует зона воздействия Оскольского электрометаллургического комбината, состояние ЭГС которой оценивается как катастрофическое. Природоохранная деятельность в пределах Центрального участка в основном связана с ОЭМК, агропромышленным типом воздействия на компоненты окружающей среды.

в) Восточная ЭГ подсистема по всем показателям наиболее близка к природным значениям. В ее пределах отсутствуют критические ситуации. Здесь имеют место агро- и лесотехнические классы ГС. Природоохранная деятельность должна реализовываться в планомерных противоэрозионных мероприятиях.

2) Особую опасность представляет процесс слияния синергетического воздействия мощных техногенных зон Стойленского карьера, хвостохранилища, ОЭМК, промузла Котел, промпредприятий г.Старый Оскол. В настоящее время идет процесс образования общей геоэкологической аномалии, расположенной на участках активной инфильтрации. Формирование аномалий имеет характер экологической катастрофы с тенденцией охвата обширных пространств.

3) Методика составления эколого-геологической карты как геоинформационной системы позволяет выделить необходимую информацию различных типов. Так, карта распространения неблагоприятной зоны ЭГС района позволяет дать мгновенную оценку ситуации, выделить объекты и направления срочных и приоритетных природоохранных мероприятий . Карта благоприятного состояния ЭГС по различным параметрам также является необходимым элементом природохозяйственной деятельности. В ее пределах показаны участки, благоприятные по тем либо иным параметрам.

Так, например, при выборе места расположения базы отдыха,

основываясь на данной карте, следует рекомендовать Восточный участок района; работу с элитными сортами сельхозпродукции следует проводить в пределах ореолов незасоленых почв Восточного участка, выделенных на карте. Новые предприятия по обработке сельхозсырья рекомендуется располагать в районе сел Прокудино, Долгая Полянка, где защищенность водоносных горизонтов максимальна. Расположение новых промышленных предприятий возможно только на водоразделах р.Котел и р. Боровая Потудань. Возведение и эксплуатация таких предприятий реальна при обеспечении всех мер защиты территории. Таким образом, вспомогательные карты различных типов необходимы для анализа перспектив развития геоэкорайона. Они могут быть использованы при введении экологического коэффициента при оценке комфортности среды, расчете стоимости единицы жилья.