

**КОМПЛЕКСНЫЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ  
КАК ИНСТРУМЕНТ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ  
НА КАРЬЕРНО-ОТВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ ПО ДОБЫЧЕ ОПИ**

**Фурманова Т.Н., Петина М.А.**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия*

Разработка месторождений полезных ископаемых неизбежно сопровождается нарушением земной поверхности, рельефа, водного и воздушного природных режимов, оказывающих влияние на биологические характеристики местности, как на участке горных работ, так и на прилегающих к нему территориях. Это обстоятельство вызывает необходимость изучения возможностей максимального сохранения природной среды, как на стадии проектирования, так и непосредственно при разработке месторождений.

Для организации природоохранных мероприятий, направленных на улучшение состояния окружающей среды, а также минимизацию негативного влияния горнодобывающего производства, необходима актуальная информация о современном геоэкологическом состоянии горнопромышленных ареалов, данные о характере нарушений территории, об источниках и факторах воздействия, количественном и качественном составе загрязняющих веществ и др. Система мониторинга должна включать в себя:

1. Непосредственные инструментальные наблюдения за источниками и факторами воздействия (карьеры, отвалы);
2. Оценку современного состояния различных компонентов природной среды, затронутых в ходе разработки карьеров по добыче ОПИ;
3. Прогноз воздействия горной добычи на окружающую природную среду с различной продолжительностью и интенсивностью, с последующей оценкой прогнозируемого состояния;
4. Оперативная разработка мероприятий по контролю и стабилизации экологической обстановки.

Объектами комплексного геоэкологического мониторинга (КГМ) являются:

- непосредственно карьер по добыче полезного ископаемого;
- территории, занятые под отвалами вскрышных пород;
- подъездные и внутрикарьерные дороги.

При разработке месторождений общераспространенных полезных ископаемых происходит загрязнение воздушной среды, нарушение почвенного и растительного покрова, образуются новые формы рельефа и т. д. Все эти обстоятельства приводят к нарушению устойчивости геосистем района, затронутого ведением горных работ. При этом, мощность техногенного воздействия усиливается наличием следующих природных факторов:

- значительной расчлененностью рельефа;
- довольно слабой естественной защищенностью грунтовых вод;
- легким гранулометрическим составом почв и их сорбционными свойствами;
- сочетанием геоморфологических и климатических показателей, способствующих активному развитию неблагоприятных экзогенных геологических процессов.

Система КГМ должна быть организована на карьерах по добыче нерудных полезных ископаемых и включать в себя площадь, ограниченную санитарно-защитной зоной (СЗЗ) карьера, а также ближайший населенный пункт. В вертикальном разрезе нижняя граница должна соответствовать поверхности уровня дренируемых и свободно залегающих подземных вод, верхняя граница должна проходить в приземном слое атмосферы [5].

В предлагаемую нами систему комплексного геоэкологического мониторинга (КГМ) горнопромышленных комплексов по добыче ОПИ входят наблюдения за состоянием гео-

логической, воздушной среды, почвенно-растительного покрова, объектами поверхностных и подземных вод, недрами, животным миром в зоне возможного влияния карьерно-отвального комплекса (рис.).

Мониторинг состояния *геологической среды* должен включать постоянное наблюдение за протеканием геологических процессов под влиянием техногенных факторов. В результате разработки карьеров по добыче нерудного сырья происходит интенсивное перестроение первичного рельефа, изменяется состав и свойства залегающих на поверхности отложений, уровень и состав грунтовых вод, происходит перераспределение поверхностного стока, разрушается почвенно-растительный слой, что создает благоприятные условия для проявления неблагоприятных экзогенных процессов: овражная эрозия, оползни, обвалы и др.



Рис. Структурная схема комплексного геоэкологического мониторинга (КГМ) горнопромышленных комплексов по добыче ОПИ

Существующая в настоящее время на территории Белгородской наблюдательная сеть за проявлением экзогенных геологических процессов (ЭГП) состоит из двух объектов, на которых проводятся дежурные обследования выявленных ранее оползней. Оба объекта находятся на востоке Белгородской области в Алексеевском районе, южнее районного центра г. Алексеевка. Один из объектов располагается на западной окраине с. Кущино, второй – на северной окраине с. Щербаково [2].

Наблюдения за проявлением ЭГП необходимо производить непосредственно на объектах горнопромышленного производства (борта карьера, отвалы вскрышных пород) как на стадии планирования горных работ, так и в период активной разработки месторождения и по окончании добычных работ. На основе данных наблюдений оценивается не только современное состояние геологических процессов, но и дается прогноз их дальнейшего проявления.

Система геоэкологического мониторинга включает постоянное наблюдение за состоянием *воздушной среды* [7]. Основными задачами мониторинга *воздушной среды* являются:

- оценка качественного и количественного состава выбросов непосредственно на источниках;
- оценка воздействия на атмосферный воздух, связанная непосредственно с источниками антропогенного воздействия (на границе санитарно-защитной зоны, в жилой застройке).

Фоновые исследования атмосферы включают определение уровня загрязнения атмосферного воздуха до начала горных работ, в период проведения активной добычи и после отработки карьера.

Пробы воздуха необходимо отбирать по преобладающему направлению ветра на границе СЗЗ каждые 3 месяца. Количество и объем определяемых показателей загрязнения атмосферы включает в себя стандартные вещества: NO (оксид азота) и NO<sub>2</sub> (диоксид азота), CO (оксид углерода), SO<sub>2</sub> (диоксид серы), выделяющиеся от работы двигателей внутреннего сгорания техники и автотранспорта, H<sub>2</sub>S (сероводород) от заправки техники дизельным топливом, дорожная и сырьевая пыль [5].

Перечень загрязняющих веществ и источников выброса, периодичность измерений может корректироваться местными органами по охране окружающей среды в зависимости от экологической обстановки в регионе.

Площадка мониторинга должна находиться непосредственно в зоне загрязнения. Одновременно с отбором проб фиксируют метеорологические параметры: температура воздуха, скорость и направление ветра, состояние погоды в период отбора. Измерения в ключевых точках (на границе СЗЗ, в близлежащей жилой застройке) следует выполнять при тех же метеорологических условиях, которым соответствуют значения расчетных концентраций в контрольных точках.

Соблюдение режима СЗЗ осуществляется органами государственного экологического контроля. На границе санитарно-защитной зоны определяют 4 точки по направлению ветра, в которых предусматривается ежемесячный отбор проб на стандартный фоновый перечень показателей в течение первого года эксплуатации карьера. Также мониторинг осуществляется на границе зоны жилой застройки в 3 контрольных точках [5]. При регистрации загрязнения атмосферы, превышающей ПДК на границе СЗЗ и ПДК в рабочей зоне, необходимо принятие соответствующих мер с учетом характера и уровня загрязнения.

Обеспечение нормативных санитарно-гигиенических условий для работающих в карьере людей осуществляется посредством контроля качества воздуха непосредственно в районе производства горных работ, а также осуществления проверки токсичности отработанных газов двигателей техники и автотранспорта.

В период производства горных работ *почвенно-растительный покров* испытывает на себе механическое и химическое воздействие специализированной техники и транспортных средств, обслуживающих производство. Механическое воздействие проявляется в виде уничтожения и угнетения коренной растительности при вскрышных и добычных работах, а также нарушении микро- и макрорельефа. Территория, отведенная под горный отвод не должна относиться к категории особо охраняемым (ООПТ), до начала горных работ необходимо провести обследование территории на выявление уникальных ландшафтов, наличие растений, занесенных в Красную книгу.

Химическое воздействие оказывается в результате проливов или утечек горючесмазочных материалов при заправке крупногабаритной немобильной карьерной техники [4].

При осуществлении мониторинга пробы отбирают по случайно-упорядоченной сетке (размер ячеек 0,1 x 0,1 км). Ключевая площадка выбирается внутри каждой ячейки размером не менее 10x10 м в местах с наиболее характерными условиями местности, включая отбор проб под застройкой. Пробоотбор должен производиться на участках, не имеющих твердого покрытия и там, где почва наименее уплотнена. Пробы отбираются из слоя мощностью 0,5 м на территории карьера [8].

Перечень показателей для мониторинга определяется особенностями территории и негативными процессами, приводящими к загрязнению почв. Анализ проб производится на следующие показатели: содержание тяжелых металлов, азотосодержащих соединений, органического углерода, рН, солевого остатка, нитритов, обменного калия, общего содержания токсичных солей в водной вытяжке, при необходимости радиационный фон [6]. В качестве фоновых показателей используют близлежащие, не подверженные загрязнению почвенные участки. В процессе ведения горнодобывающих работ мониторинг проводят в пределах земельного отвода и на границе СЗЗ 2 раза в год.

Осуществление контроля загрязнения почвенного покрова осуществляется как в период активной карьерной добычи, так и после завершения биологического этапа рекультивации.

Негативное воздействие на *животный мир* выражается в исключении мест обитания и путей миграции представителей фауны, в шумовом воздействии, а также загрязнении среды обитания газообразными выбросами.

Задачей мониторинга является анализ видового и численного состава животного мира, населяющего конкретную территорию (в т.ч. выявление наличия видов, занесенных в Красную книгу), отслеживание до начала производства работ путей миграции, обустройство мест для организации аналогичных благоприятных условий на соседних территориях. Контроль видового и количественного состава направлен на исключение попадания животных в карьерные выработки, их отлова и истребления.

Контроль загрязнения *поверхностных и подземных вод* производится отбором проб из открытого водоема в карьере и находящегося вблизи (при наличии), а также из 3-4 скважин режимной сети на содержание элементов-загрязнителей, поступающих от специализированной горнодобывающей техники и автотранспорта: нефтепродукты, фенолы, железо, марганец, никель.

На участке открытого водоема в выработанном пространстве карьера пробоотбор производят в 2-4-х точках из срединной и придонной частей пруда. Отбор проб осуществляется ежеквартально.

В скважинах кроме гидрохимического обследования на следующие показатели загрязнения: нитриты, хлориды, сульфаты, БПК, тяжёлые металлы, сухой остаток, рН, нефтепродукты, производят ежемесячные замеры уровня и температуры воды.

При установлении в пробах увеличения концентрации определяемых веществ по сравнению с фоновыми показателями, необходимо принятие срочных мер по загрязнителям в грунтовые воды.

Загрязнение подземных вод возможно при попадании в водоносный горизонт загрязненного поверхностного стока и других сточных вод. Химический тип загрязненных сточных вод обуславливается возможными проливами нефтепродуктов при заправке техники и хранении ГСМ. В процессе возможной инфильтрации через зону аэрации в результате сорбционных процессов снижается концентрация тяжелых металлов, что не предотвращает загрязнения грунтовых вод. Характерной особенностью также является сезонное колебание величины общей минерализации.

Задачами мониторинга состояния подземных вод являются: выявление и оценка существующего их загрязнения, размещение мониторинговой сети наблюдательных скважин в зоне техногенного воздействия планируемой деятельности, определение перечня контролируемых показателей, частоты замеров и отбора проб [3].

В процессе мониторинга подземных вод отслеживаются уровень и температура подземных вод, макрокомпонентный состав, рН, БПК, хлориды, сульфаты, нитриты, железо (II), никель, нефтепродукты, тяжёлые металлы, сухой остаток. По водозаборной скважине мониторинг подземных вод включает замеры динамического уровня при водозаборе и статического уровня до и после его завершения и поквартальный отбор проб воды на анализ соответствия требованиям стандартов [1].

Для оценки изменения качества подземных вод при производстве работ и ведения мониторинга необходимо получить фоновые качественные характеристики, относительно которых будет отслеживаться изменение качества подземных вод. Программой мониторинга системы подземных вод предусматривается до начала производства работ обустройство режимной сети из 3-4 наблюдательных скважин по типовому проекту. Режимная сеть размещается с учетом местоположения, характера и размеров (формы) источников загрязнения; конфигурации области загрязнения подземных вод; строения водоносного горизонта (мощность, неоднородность и его граничных условий; направления естественного движения подземных вод); скорости движения загрязненных подземных вод. Периодичность режимных наблюдений - ежеквартально.

Для объективной оценки состояния окружающей среды в зоне влияния горнодобывающего производства важным условием является получение достоверных, как в качественном, так и количественном отношении, данных, что обеспечивается использованием стандартных методов пробоотбора. Аналитическая информация должна быть сопоставима с использованием данных, полученных в различных лабораториях.

В процессе реализации программы комплексного геоэкологического мониторинга (КГМ) предприятие ежегодно должно проводить ее анализ и вносить коррективы при изменении в производственных технологических процессах, недостаточности инструментальных технических средств контроля или точности получения результатов мониторинговых наблюдений и модернизации оборудования. По результатам мониторинга горнодобывающее предприятие может совершенствовать природоохранительную программу, корректировать затраты на охрану окружающей среды и штрафы за её загрязнение, совершенствовать систему управления производством, уменьшать размер экологического вреда, рассчитанного на стадии проектирования объекта.

На наш взгляд, предложенная система постоянно действующего комплексного геоэкологического мониторинга (КГМ) будет способствовать обеспечению экологической безопасности и принятию эффективных управленческих решений в области снижения влияния карьеров по добыче ОПИ.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (МК-6142.2014.5)*

### Литература

1. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества: ГОСТ Р 51232-98 : введ. 1999-07-01 // Справочная правовая система «Консультант плюс». Разд. «Технические нормы и правила». Информ. банк «Строительство».
2. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Белгородской области за 2013 год; исп. А. И. Спиридонов, Е.А.Ильченко, Е.Г.Березовский; Вып. 19.- Белгород, 2014, - 203 с.
3. ОНД–90. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы.- С-П. 1992.
4. Методические рекомендации по организации мониторинга подземных вод.- М., ВСЕГИНГЕО, 1996.
5. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель; - М., 1995.
6. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями: ГОСТ 17.2.3.02-78 : введ.01.01.80// Справочная правовая система «Гарант». Разд. «Акты органов власти». Информ. банк. «Нормативно-техническая документация».
7. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения: ГОСТ 17.4.3.04-85: введ.01.07.86// Справочная правовая система «Гарант». Разд. «Акты органов власти». Информ. банк. «Нормативно-техническая документация».

8. ОНД-90. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. - С-П. 1992.  
 9. Почвы. Отбор проб.: ГОСТ 28168-89: введ.01.04.90// Справочная правовая система «Гарант». Разд. «Акты органов власти». Информ. банк. «Нормативно-техническая документация».

УДК 556.535.8

## АНОМАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ СТОКА ИОНОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРИМЕРЕ РЕК ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Хайруллина Д.Н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

В основе работы лежит оценка временной изменчивости стока ионов щелочных металлов (натрия и калия) на примере рек Вологодской области - наиболее освоенного региона северной покатости Русской равнины. Исходными данными для работы послужили материалы Северного УГМС по 9 гидролого-гидрохимическим постам на реках (Сухона – д. Рабаньга, Сухона – г. Тотьма, Вага – д. Глуборецкая, Кичменьга – д. Захарово, Юг – д. Пермас, Лёжа – ст. Бушуиха, Сямжена – с. Сямжа, Верхняя Ерга – д. Пихтово).

Известно, что одним из показателей временной изменчивости ионного стока служат его аномальные проявления. Так, на основе оценки обеспеченности (Р) по формуле Крицкого-Менкеля могут быть рассчитаны показатели аномальных проявлений [4]. Так, положительные аномалии подразделяются на экстремали (их обеспеченность составляет 3%), крупные (3-6%) и малые аномалии (6-15%). Отрицательные аномалии, в свою очередь, также подразделяются на экстремали (более 97% обеспеченности), крупные (97-94%) и малые аномалии (94-85%). Значения ионного стока в пределах 15-85% обеспеченности считаются «нормальными». Роль аномальных проявлений в общем ионном стоке определялась коэффициентом аномальности, вычисляемом как отношение ионного стока в аномальные годы к сумме ионного стока за весь период наблюдений, как для отдельных типов аномалий, так и для суммы всех трех категорий. В данной работе оценивался коэффициент аномальности положительных аномалий (К), так как они вносят существенных вклад в ионный сток [4]. По итогам проведенных расчетов, была произведена категоризация речных бассейнов по их принадлежности к определенным ландшафтным зонам, по площади и высоте бассейна [4, 6].

Ландшафтная зональность. Анализируемые речные бассейны Вологодской области располагаются в пределах средней и южной тайги. Так, наиболее выраженные показатели аномальности характерны для более освоенной в сельскохозяйственном отношении южно-таежной подзоны (К = 23,5%) (рис. 1 а).

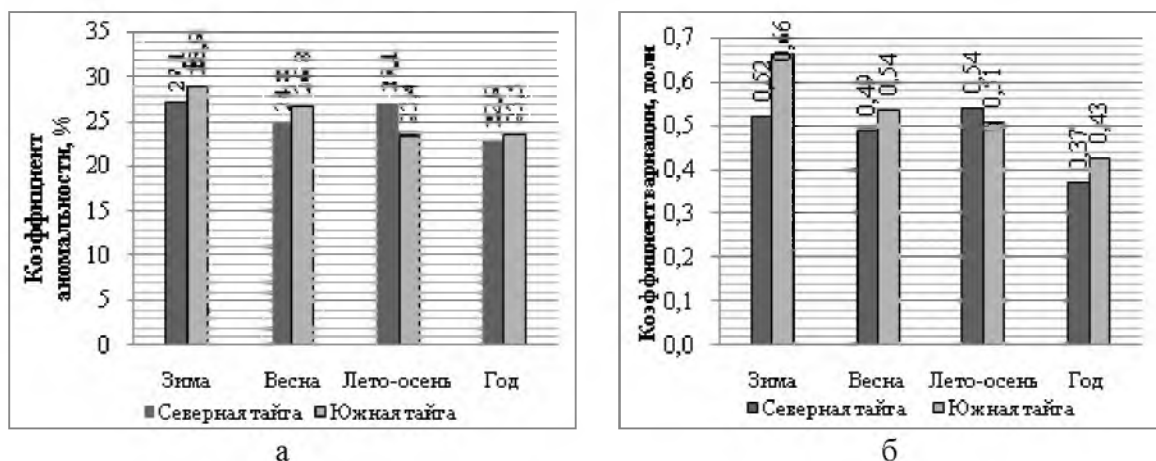


Рис. 1. Зависимость суммы положительных коэффициентов аномальности (а) и коэффициентов вариации (б) стока  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  рек Вологодской области от зонального фактора