МАКСИМОВИЧ Н.Г.
Заместитель директора по научной работе Естественно-научного института Пермского государственного национального исследовательского университета (ЕНИ ПГНИУ), к.г.-м.н., г. Пермь, nmax54@gmail.com, nmax@psu.ru
ХАЙРУЛИНА Е.А.
Старший научный сотрудник ЕНИ ПГНИУ, к.г.н., г. Пермь, elenakhay@gmail.com, khayrulina@psu.ru

MAXIMOVICH N.G.
The deputy director of the Institute of Natural Sciences of Perm State National Research University, candidate of science (Geology and Mineralogy), Perm, nmax54@gmail.com, nmax@psu.ru
KHAYRULINA E.A.
A senior staff scientist of the Institute of Natural Sciences of Perm State National Research University, candidate of science (Geography), Perm, elenakhay@gmail.com, khayrulina@psu.ru

ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

THE BASICS OF ENVIRONMENTAL MONITORING DURING DEVELOPMENT OF A POTASSIUM SALT DEPOSIT

Ключевые слова: мониторинг; окружающая среда; Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей (ВКМКС); калийная промышленность.

Аннотация: в статье представлен опыт разработки программы мониторинга окружающей среды на одном из месторождений калийных солей. Проведен анализ нормативных документов, регламентирующих виды и состав работ при осуществлении такого мониторинга. Сформулированы основные требования к нему в зависимости от интенсивности планируемого или существующего воздействия на окружающую среду, этапов строительства и т.д. Рекомендованы методики и показатели для проведения покомпонентного и комплексного анализа состояния окружающей среды.

Key words: monitoring; environment; Upper-Kama Deposit of Potassium and Magnesium Salts; potassium industry.

Abstract: the paper presents experience in development of the environmental monitoring program at one of potassium salt deposits. Normative documents regulating the scope of work for the monitoring are analyzed. The basic requirements for its realization depending on intensity of planned or existing influence on the environment, construction phases etc are formulated. Methods and indicators for component-wise and complex analyses of the environment state are recommended.

Введение

Разработка месторождений полезных ископаемых, в частности легкорастворимых калийных солей, связана со значительными экологическими рисками. Для их снижения лицензионным соглашением об условиях пользования недрами предусматриваются разработка программы и ведение мониторинга состояния окружающей среды, которые возлагаются на недропользователя. Однако специализированная нормативная база для этого отсутствует. В связи с этим авторами был проведен анализ нормативных и методических документов, которые могут быть использованы для ведения мониторинга при добыче полезных ископаемых.

Необходимость такого мониторинга определяется Федеральным законом (ФЗ) Российской Федерации «Об охране окружающей среды» [57]. Вопросы мониторинга отдельных компонентов окружающей среды (в основном государственного) в той или иной мере отражены в различных нормативных документах — ФЗ РФ «Об охране атмосферного воздуха» [56], Водном кодексе РФ [3], Положении о ведении государственного мониторинга водных объектов [62], ФЗ РФ «О недрах» [52], Земельном кодексе РФ [27], Постановлении Правительства РФ «О порядке ведения государственного учета, государственного кадастра и государственного мониторинга объектов животного мира» [53], ФЗ РФ «О радиационной безопасности населения» [54]. Изложенные в них требования могут использоваться для мониторинга состояния окружающей среды при недропользовании.

Некоторые, несомненно полезные, положения по проведению экологического мониторинга приведены в СП 11-102-97 [70].

Мониторинг окружающей среды при горных работах регламентирован положением [4]. Наряду с горнотехническим направлением в его состав входят:

- наблюдения за вызванным пользованием недрами загрязнением атмосферы, поверхностных вод и геологической среды, включая подземные воды;
- наблюдения за соблюдением установленного режима в зонах и округах санитарной и горно-санитарной охраны месторождений подземных вод, а также полезных ископаемых, отнесенных к категории лечебных;
- наблюдения за состоянием лесного фонда в зонах вредного влияния горных работ;
- учет сбросов дренажных вод и выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду;
- учет нарушенных (деградированных, загрязненных) и рекультивированных (восстановленных) земель;
- экспертные оценки и прогнозирование вредного влияния горных работ на окружающую среду, уровня рационального и комплексного использования запасов полезных ископаемых и обеспечения охраны недр.

Представленный перечень наблюдений не охватывает весь спектр воздействия на окружающую среду территории ведения горных работ и не учитывает экологическую специфику определенного вида горнодобывающего производства.

Основной целью мониторинга окружающей среды при разработке месторождений полезных ископаемых является обеспечение органов управления государственным фондом недр информацией о состоянии окружающей среды. Главной задачей здесь является оценка ее текущего состояния на территории лицензионного участка и его соответствия требованиям нормативов, стандартов и условий лицензий на пользование недрами при разработке месторождения полезных ископаемых.

Мониторинг должен учитывать особенности воздействия на окружающую среду проектируемого или действующего горнодобывающего предприятия, фоновое состояние окружающей среды на данной территории, другие имеющиеся техногенные источники этого воздействия, существующую систему мониторинга, компонентный состав загрязнителей, особенности природных условий, обеспечивающие распространение и аккумуляцию загрязнителей [2, 28, 47].

Данная статья написана на основе опыта разработки программы мониторинга состояния окружающей среды на территории одного из крупнейших в мире месторождений солей — Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС) (рис. 1) — и основных объектов его инфраструктуры, оказывающих существенное влияние на окружающую среду. Его геологические запасы по карналитовой породе составляют 96,4 млрд т, по сильвинитам — 112,2 млрд т, по каменной соли — 4,65 трлн т [45]. Ежегод-

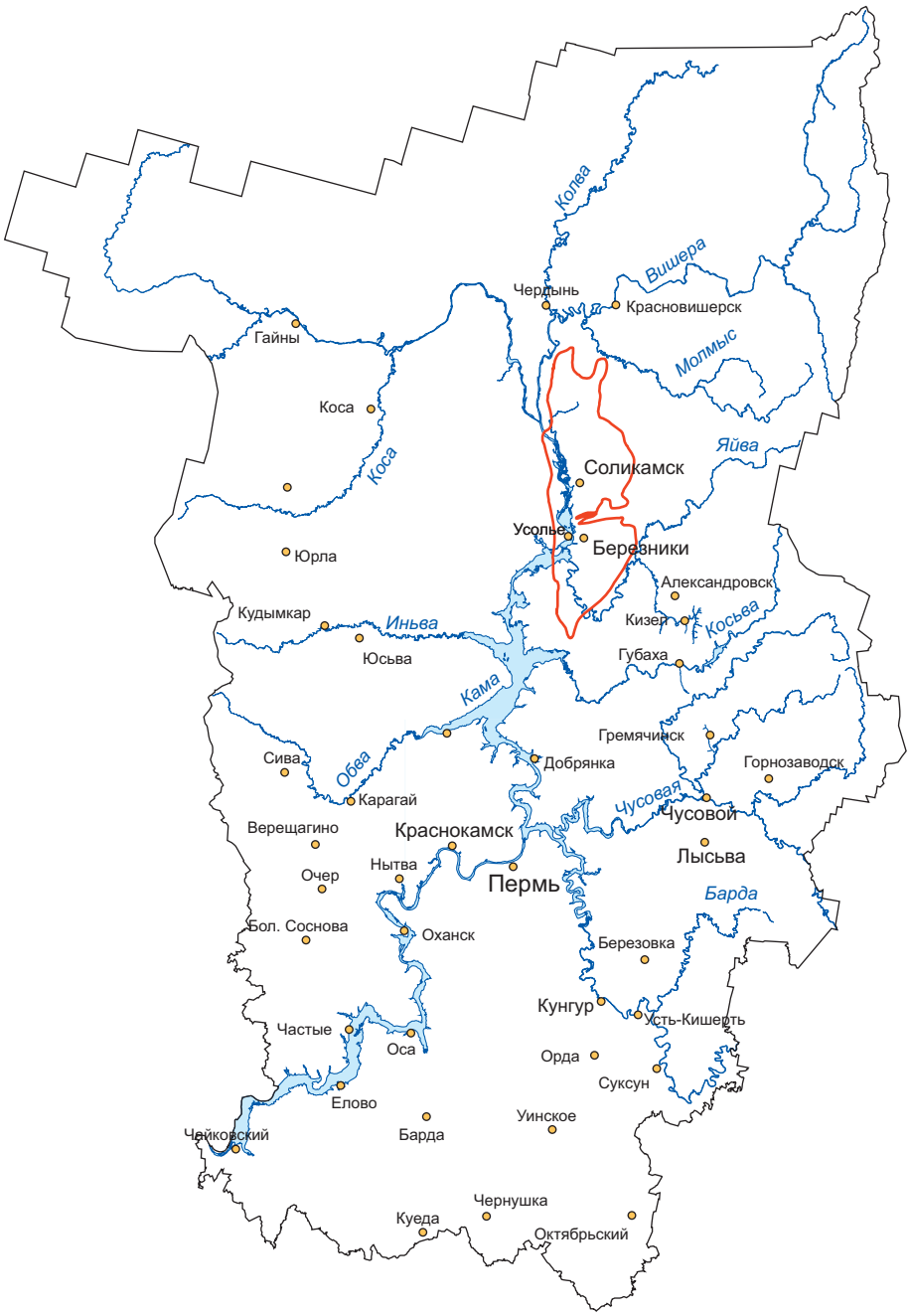


Рис. 1. Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей (показано красной линией)

Рис. 2. Провал, образовавшийся в 1986 году после аварийного затопления рудника

ная добыча калийно-магниевых солей осуществляется в объеме около 40 млн т в год. Добытая руда обогащается флотационным и галургическим способами на обогатительных фабриках рудоуправлений.

Источники воздействия на окружающую среду

Воздействие калийной промышленности на окружающую среду разнообразно и охватывает многие природные компоненты. В случае затопления шахт катастрофические последствия, сопровождающиеся просадками и провалами (рис. 2), охватывают значительную территорию [34]. Основной спецификой калийного производства является накопление значительного количества отходов в шламохранилищах и солеотвалах с рассолосборниками. Отходы представлены легкорастворимыми компонентами (хлоридами калия, натрия и магния) и содержат большое количество микроэлементов (стронций, марганец, никель, кобальт, хром, цинк и др.), а также реагентов, используемых для обогащения полезных ископаемых. В настоящее время на территории ВКМКС накоплено более 270 млн т галитовых отходов (рис. 3) и более 30 млн м^3 глинисто-солевых шламов [1].

Стоки и фильтрация из солеотвалов и шламохранилищ являются основными источниками загрязнения окружающей среды. Водные мигранты формируют ореолы загрязнения поверхностных и подземных вод (рис. 4, 5). На загрязненных почвах происходит замена растительных сообществ на более устойчивые к повышенному содержанию солей и микроэлементов, что приводит к трансформации зональных ландшафтов (рис. 6) [33]. Кроме этого, горнодобывающая деятельность сопровождается выбросами различных загрязнителей в атмосферный воздух. С извлечением пород на поверхность возможно поступление радионуклидов.

Ведение мониторинга на калийном месторождении подразумевает контроль состояния всех компонентов окружающей среды — атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв, растительного и животного мира, ландшафтов, радиационной обстановки. Достоверность результатов такого многокомпонентного мониторинга должна обеспечиваться научно обоснованной системой наблюдательных пунктов.

В южной части ВКМКС предполагается разработка Балахонцевского и Палашерского лицензионных участков (рис. 7), на примере которых в данной статье будут рассмотрены основы ведения мониторинга окружающей среды. В настоящее время в пределах этих участков ведется добыча нефти на месторождении им. Архангельского. В их северной части находятся затопленный рудник (см. рис. 2), его поверхностная инфраструктура, обогатительная фабрика, солеотвал, шламохранилище и др.

Рис. 3. Рассолосборник и солеотвал на территории Верхнекамского месторождении калийно-магниевых солей

Рис. 4. Выход на поверхность высокоминерализованных грунтовых вод

Зонирование территории проведения мониторинга

Анализ результатов исследований разработки аналогичных месторождений в Канаде, Германии, Беларуси и др. [74], особенностей калийного производства и более чем 30-летний опыт авторов показали, что при создании системы мониторинга состояния окружающей среды по степени влияния на нее целесообразно выделять три зоны — значительного влияния (I), существенного влияния (II) и периферийную (III) (рис. 8). Такое зонирование, по мнению авторов, позволит оптимизировать систему мониторинга на территории ме-

сторождения, включая определение плотности наблюдательной сети, перечня компонентов и др.

I. Зона значительного влияния. Данная зона приурочена к основным источникам техногенного воздействия проектируемого объекта на окружающую среду и чаще всего совпадает с территорией промышленной площадки. Наблюдения за поверхностными и подземными водами, почвами, растительным и животным миром, проводимые в районах солеотвалов и шламохранилищ, показывают, что около них имеются максимальные концентрации загрязняющих веществ и значительная техногенная трансформация показателей состояния окружающей среды [32–34]. Пункты наблюдения обычно располагаются вблизи источников воздействия на нее и на границе промышленной площадки.

II. Зона существенного влияния. Со временем около накопителей отходов калийного производства формируются ореолы засоления почв, подземных и поверхностных вод. Их размеры и форма во многом определяются скоростью и направлением поверхностного и подземного стоков. В зону существенного влияния, как правило, входит санитарно-защитная зона (СЗЗ) объекта. Мониторинг состояния атмосферного воздуха, подземных вод, почв, растительного и животного мира, радиационной обстановки и влияния на окружающую среду физических факторов желательно проводить на границах ССЗ.

Во многих случаях границами зон существенного влияния могут служить речные долины, дренирующие верхнюю часть потока подземных вод, загрязненных фильтрационными рассолами. Благодаря дренирующей функции рек засоление пресных подземных вод не распространяется на значительные площади. Речные долины обеспечивают транспорт солей вниз по течению [34]. Поэтому зоны существенного влияния поверхностных вод имеют линейный характер и могут выходить за пределы СЗЗ.

Площадь зоны может меняться в соответствии с развитием горных работ. Основной задачей мониторинга является отслеживание путей миграции загрязняющих веществ, ореола влияния источников воздействия на окружающую среду. Результаты наблюдений в зоне существенного воздействия служат для обоснования мероприятий по предотвращению негативных изменений на периферии указанных ореолов. Сеть наблюдательных пунктов в зоне II более редкая, чем в зоне I.

Рис. 5. Развитие галофитной растительности на участке выхода высокоминерализованных грунтовых вод

III. Периферийная зона (зона фонового мониторинга). В пределах этой зоны отслеживаются изменения всех фоновых показателей, которые могут быть вызваны как разработкой месторождения, так и факторами, не связанными с калийным производством. Относительно равномерное распределение наблюдательных пунктов в периферийной зоне позволяет исследовать в динамике качество поверхностных и подземных вод, почв, изменения видового состава растительного и животного мира, радиационной обстановки лицензионного участка в целом, а также проявления случайных, временных и других источников техногенного воздействия на окружающую среду. Наблюдения в пределах данной зоны ведутся по разреженной сетке.

В пределах выделенных зон для каждого компонента окружающей среды исходя из природно-техногенных особенностей территории месторождения устанавливаются свои требования к размещению наблюдательных пунктов, например: при расположении пунктов наблюдений за состоянием атмосферного воздуха учитывается преобладающее направление ветра; наблюдательные скважины размещаются в зависимости от структуры потока подземных вод и поверхностного стока; контроль состояния растительности проводится на участках с типичными растительными ассоциациями; почвенный мониторинг отражает фактическое состояние почв, типичных для территории наблюдения и занимающих доминирующее положение в почвенной структуре; пункты мониторинга состояния животного мира должны охватывать все основные типы наземных и водных биоценозов, а также учитывать биологические и экологические особенности основных систематических групп животных.

Этапы мониторинга

Составление программы и проведение мониторинга состояния отдельных компонентов окружающей среды включают: разработку программно-методического обоснования, проектирование

Рис. 6. Деградация растительности на участке распространения высокоминерализованных вод

Рис. 7. Строительство горнодобывающего предприятия в южной части ВКМКС (фото Рольфа Крауза)

системы наблюдений, территориальную привязку постов наблюдений, первичную оценку фоновых значений контролируемых показателей. В рамках разработанной системы контроля проводятся стационарные наблюдения. Обязательным этапом мониторинга является долгосрочный прогноз изменений состояния окружающей среды под влиянием техногенной нагрузки и разработка рекомендаций для обеспечения процесса оптимизации экологических последствий хозяйственной деятельности в границах контролируемой территории.

Перечень наблюдаемых показателей, временной режим и иные требования к ведению мониторинга состояния атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, недр, растительного и животного мира, почв, ландшафтов и радиационного фона должны учитывать особенности природной среды и специфику техногенного воздействия на нее.

Атмосферный воздух

Разработку программы мониторинга атмосферного воздуха и атмосферных осадков целесообразно проводить с учетом требований Федерального закона РФ «Об охране атмосферного воздуха» [56] и руководящего документа РД 52.04.186-89 [64]. Согласно указанному закону мониторинг атмосферного воздуха — это система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, его загрязнением и происходящими в нем природными явлениями, а также оценка и прогноз состояния атмосферного воздуха и его загрязнения.

Программа натурных наблюдений за состоянием атмосферного воздуха нацелена на контроль уровня его загрязнения специфичными для предприятия загрязняющими примесями. Согласно РД 52.04.186-89 [64] кроме наблюдений непосредственно за уровнем загрязнения атмосферы в качестве косвенного метода рекомендуется определение содержания вредных веществ в снеге.

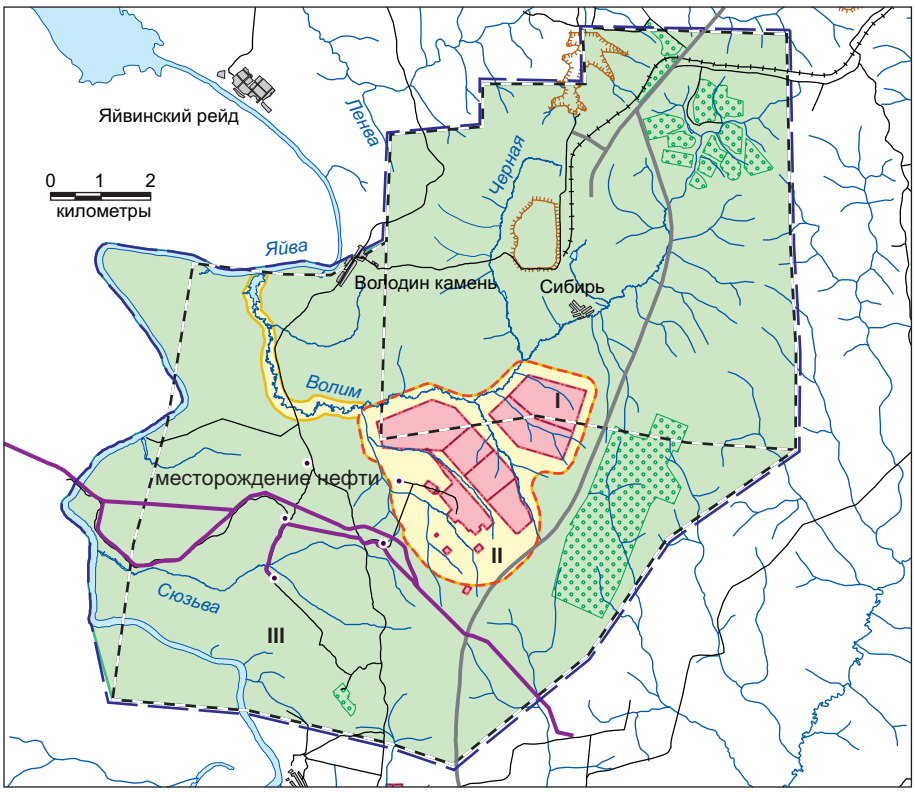
Количество постов наблюдений и перечень приоритетных примесей определяются по результатам расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере. Контроль выбросов осуществляется по специальному плану-графику, в котором определяются точный перечень контролируемых загрязняющих веществ и периодичность их контроля в соответствии с документами [18, 42, 64, 72]. Для оценки загрязнения атмосферного воздуха могут проводиться снегомерная съемка и отбор проб снежного покрова по методикам [64, 72] перед началом снеготаяния.

Для контроля выбросов точки наблюдений располагаются на границе рекомендуемой санитарно-защитной зоны и в ближайшем населенном пункте. Отбор проб снежного покрова рекомендуется проводить по регулярной сетке, что позволяет выделить зоны с различной интенсивностью техногенного воздействия.

Наблюдаемые показатели. Определение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе следует проводить в соответствии с методиками [64, 72]. В число веществ, контролируемых в обязательном порядке, входят: диоксиды азота, серы, оксид углерода, взвешенные вещества и вещества, специфичные для данного производства, по которым на границе санитарно-защитной зоны формируются максимальные расчетные приземные концентрации, превышающие 0,1 от предельно допустимой (ПДК). Контроль состава атмосферного воздуха сопровождается определением основных метеорологических параметров — направления и скорости ветра, температуры воздуха, атмосферного давления.

Перечень определяемых специфических веществ разрабатывается на основе проектной документации по составу и характеру выбросов из источников загрязнения.

В соответствии с руководством [64] анализ загрязнения снежного покрова необходимо проводить по следующим параметрам талых снежных вод: сухому остатку; содержанию основных ионов (ионов кальция, магния, натрия, калия, хлорид-, сульфат-, гидрокарбонат-ионов с расчетом минерализации;



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Зоны техногенного влияния:

- I — значительного
- II — существенного
- III — периферийная
- территория ведения мониторинга
- лицензионный участок
- санитарно-защитная зона
- нефтепровод
- нефтяная скважина
- солеотвал
- шламохранилище
- сады
- проектируемые объекты

Рис. 8. Зонирование территории ведения мониторинга окружающей среды на лицензионном участке

ионов аммония, нитрат-, нитрит-ионов, железа общего), микроэлементов, а также по водородному показателю (pH). Снегомерная съемка включает получение данных о высоте снежного покрова, его плотности и запасах воды в нем, что позволяет определить в нем суммарное количество загрязнителей.

Поверхностные воды

Основы проведения мониторинга водных ресурсов изложены в Водном кодексе РФ [3]. Для разработки его программы учитывались документы, регламентирующие охрану водных объектов, в том числе включающие ведение мониторинга [62, 70].

Наблюдения за состоянием поверхностных вод проводятся на водотоках, полностью (или практически полностью) расположенных в пределах лицензионного участка, и на реках и в их бассейнах, которые характеризуются трансграничным характером загрязнения.

Наблюдаемые показатели. Мониторинг поверхностных вод включает наблюдения за гидрохимическим и водным режимами поверхностных водотоков (рис. 9). Перечень компонентов и показателей при этом должен учитывать требования нормативных документов и специфику калийного производства, приоритетными загрязнителями которого являются хлориды, натрий, калий, аммоний. Отбор проб производится в соответствии с ГОСТами [15–17].

Гидрохимические наблюдения включают определение следующих компонентов и показателей: сухого остатка; содержания основных ионов (ионов кальция, магния, натрия, калия, хлорид-, сульфат-, гидрокарбонат-ионов с расчетом минерализации и жесткости вод; ионов аммония, нитрат-, нитрит-ионов, железа общего), нефтепродуктов, микроэлементов, органических веществ (по косвенным показателям — ХПК и $БПК_п$); водородного показателя (pH), удельного веса воды.

При выборе периодичности контроля состояния поверхностных вод необходимо учитывать требования нормативных документов, в частности СанПиН 2.1.5.980-00 [69], где указывается необходимость проведения наблюдений в наименее благоприятные периоды (во время межени, паводков и др.) с учетом особенностей водного режима малых рек.

С учетом перечисленных факторов отбор проб на химические анализы и изучение водного режима на большинстве водотоков проводятся четыре раза в год — весной, осенью, летом и в начале зимы. Одновременно с отбором проб проводятся необходимые замеры для вычисления расходов рек, что позволяет рассчитывать суммарное количество загрязнений.

Основной метод оценки степени загрязнения поверхностных вод — сопоставление результатов наблюдений с фоновыми значениями и ПДК, установленными в нормативных документах [11, 12, 61, 69].

Донные отложения

Донные отложения, формирующиеся в результате смыва минеральных и органических веществ с водосборных площадей и взаимодействия их с речными водами, являются индикаторами экологического состояния не только водных объектов, но и водосборной площади в целом. В отличие от водной среды они являются наиболее стабильным компонентом и характеризуют техногенное воздействие на окружающую среду на протяжении больших отрезков времени.

При разработке системы мониторинга донных отложений учитывается наличие тесной связи между ними и поверхностными водами. Расположение точек наблюдений за ними, как правило, территориально совпадает с точками отбора поверхностных вод.

Наблюдаемые показатели. Для оценки состояния донных отложений определяются валовые и подвижные формы содержания химических элементов. Подвижные формы определяются в водных вытяжках из донных отложений. Проводится определение общего содержания солей, основных ионов (ионов кальция, магния, натрия, калия, аммония, хлорид-, сульфат-, гидрокарбонат-, нитрат-, нитрит-ионов, железа общего), нефтепродуктов, микроэлементов, а также водородного показателя (pH). Минерализация водной вытяжки и содержание ионов хлора, натрия, калия, аммония являются наиболее важными показателями при проведении наблюдений за водотоками, на водосборах которых расположены накопители отходов калийных предприятий.

Экологическая оценка состояния донных отложений с формальной точки зрения затруднена из-за отсутствия нормативных показателей. За исходные показатели химического состава донных отложений принимаются фоновые концентрации, что позволяет проследить динамику загрязнений. Экологическая оценка микроэлементного состава донных отложений оценочно может быть проведена с использованием ПДК химических элементов в почвенном покрове [31].

В отличие от поверхностных вод режимные наблюдения за составом донных отложений могут вестись с периодичностью один раз в два года. При аварийной ситуации или при существенных и стабильных отклонениях гидрохимического режима поверхностных вод от нормы проводится внеплановый отбор проб донных отложений и выполняется их химический анализ.

Подземные воды

Проведение мониторинга подземных вод определено Водным кодексом РФ [3] и Временным положением о горно-экологическом мониторинге [5]. В его состав входит наблюдение за ос-

Рис. 9. Наблюдения за режимом поверхностных вод

новными водоносными комплексами, которые подвергаются техногенному воздействию, посредством опробования специально оборудованных наблюдательных скважин и родников и исследования взятых образцов.

При выборе точек режимных наблюдений необходимо учитывать местоположение промышленных объектов, которые станут потенциальными источниками загрязнения (шламохранилищ, солеотвалов с рассолосборниками, промплощадок), структуру потока подземных вод, наличие на территории участка водозаборов пресных подземных вод и региональных дрен. Начиная с начала строительства объектов инфраструктуры наблюдение за состоянием подземных вод проводится по скважинам, пробуренным около потенциальных источников загрязнения [70, 71].

Наблюдаемые показатели. Мониторинг подземных вод включает гидрохимические и гидродинамические исследования. Перечень компонентов и показателей при гидрохимических наблюдениях учитывает требования нормативных документов [38, 39] и должен отражать специфику калийного производства.

Гидрохимические наблюдения включают определение и расчет следующих показателей и компонентов: сухого остатка, содержания основных ионов (ионов кальция, магния, натрия, калия, хлорид-, сульфат-, гидрокарбонат-ионов с расчетом минерализации и жесткости вод; ионов аммония, нитрат-, нитрит-ионов, железа общего), нефтепродуктов, микроэлементов, водородного показателя (pH), удельного веса воды.

Гидродинамические исследования включают измерение уровней подземных вод в скважинах и дебитов родников.

Периодичность гидрохимических и гидродинамических исследований должна обеспечивать получение достоверной информации, позволяющей предотвращать загрязнения, а также учитывать различные условия питания подземных вод в разные сезоны года. Опробование производится четыре раза в год (во все сезоны) [38].

Оценка степени загрязнения подземных вод проводится по документу [38], сопоставление результатов режимных наблюдений с ПДК — в соответствии с нормативными документами [11, 12] с учетом требований СанПиНов [67, 68], оценка качества подземных вод, используемых для водоснабжения, — в соответствии с требованиями СанПиНа [67], а также гигиенических нормативов [11, 12].

Недра и инженерно-геологические процессы

Мониторинг состояния недр частично регламентируется Федеральным законом РФ «О недрах» [52]. При ведении горных работ предусмотрен горно-экологический мониторинг согласно положению [3]. В рамках данного вида мониторинга осуществляются наблюдения за опасными инженерно-геологическими процессами как на природных, так и на техногенных (наблюдения за устойчивостью уступов карьеров и откосов отвалов, ограждающих дамб накопителей промышленных отходов) объектах. Осуществляется также контроль состояния подземных горных выработок, подрабатываемых зданий, сооружений, природных объектов, массивов горных пород в зонах влияния горных работ, гидротехнических сооружений, застраиваемых площадей. Ведется учет движения запасов полезных ископаемых и потерь при их добыче и первичной переработке, образования, накопления и использования вскрышных и вмещающих пород, отходов переработки минерального сырья.

Объемы, виды и методики наблюдений обосновываются проектом и планами развития горных работ. Результаты горно-экологического мониторинга могут частично использоваться для оценки изменений состояния окружающей среды.

Почвенный покров

Мониторинг состояния почв определен Земельным кодексом РФ [27].

Система почвенно-геохимического мониторинга может разрабатываться с учетом общих требований, изложенных в Постановлении Правительства РФ № 846 от 28.11.2002 г. [63] и соответствующих разделах СП 11-102-97 [70]. Его целью является контроль физических, химических и биологических изменений в почвенном покрове под влиянием техногенной нагрузки.

Реализация почвенно-геохимического мониторинга может осуществляться с использованием оценочных критериев и методик, рекомендованных в разделе 3.3 ГНТУ Минприроды РФ [29]. Методическое обеспечение исследований разработано с учетом стандартных классических методик оценки состояния почв как компонента природной среды. Для выбора оценочных показателей используются требования методических нормативов и общепринятых методик [6, 19, 20, 22, 40, 41, 44, 66].

Территориальная сеть мониторинга формируется из эталонных реперных участков, отражающих фактическое состояние почв, типичных для территории и занимающих доминирующее положение в почвенной структуре. Помимо природных факторов при размещении реперных участков необходимо учитывать существующие очаги техногенной нагрузки.

Каждый реперный участок маркируется и паспортизируется в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.2.03-86 [20]. Полевые наблюдения проводятся с периодичностью один раз в год — в позднелетний период (в августе), когда наблюдается максимальная интенсивность физико-химических процессов в почвенном покрове. Исключение составляют наблюдения за биологическими свойствами почв. Данный показатель требует полевого контроля в начальный и конечный периоды вегетации — в конце мая — начале июня и в конце августа — начале сентября [66].

Наблюдаемые показатели. Для выбора контролируемых показателей целесообразно использовать нормативный документ [31], скорректированный с учетом специфики ожидаемого воздействия на почвенный покров. К ним относятся: площадь выведенных из сельскохозяйственного оборота земель [22, 31], перекрытость поверхности почвы абиотическими наносами [31], увеличение плотности почвы [6, 20], превышение уровня грунтовых вод [31], потери гумуса [22], увеличение содержания токсичных солей [9, 23], увеличение доли обменного натрия [31], превышение ПДК (или ОДК — ориентировочно допустимых концентраций) химических элементов [9, 13, 23, 31, 37], суммарный показатель химического загрязнения (Z_c) [13, 31], биологический потенциал (снижение уровня активности микробной массы) [31].

Растительность

Для оценки состояния растительного покрова можно использовать оценочные показатели и критерии, утвержденные ГНТУ Минприроды РФ [31]. Методическое обеспечение исследований разрабатывается с учетом стандартных классических методик оценки состояния растительности как компонента природной среды, апробирован-

ных многолетней историей геоботанических наблюдений, и соответствует требованиям нормативных и иных документов [4, 14, 31, 41, 70, 73].

Территориальная сеть мониторинга формируется из эталонных реперных участков, отражающих состояние типичных растительных ассоциаций, например мезофильной лесной, мезофильной луговой, гидрофильной (болотной). Реперные участки группируются по сходству видового состава растительности, оцененному расчетным путем с использованием коэффициента Серенсена [46], и по ареалам влияния проектируемых и существующих промышленных объектов.

Периодичность полевых наблюдений — сезонная. Полевые наблюдения проводятся в первой фазе сезона вегетации (в конце мая — начале июня) и в позднелетний период (в августе) [46].

Наблюдаемые показатели. К основным контролируемым показателям относятся: плотность популяции вида-индикатора [46], уменьшение биоразнообразия [31, 46], динамика видового состава естественной травянистой растительности [4, 73], площадь коренных ассоциаций [31, 46], лесистость [31, 57], запас древесины основных пород [14, 60], повреждение древостоев техногенными выбросами [60], повреждение хвойных пород (хвои) техногенными выбросами [60], заболевание древостоев [60], изменения ареалов редких видов или их исчезновение [29, 31].

Животный мир

Проведение мониторинга состояния животного мира регламентируется Федеральным законом РФ «О животном мире» [51], Постановлением Правительства РФ № 1342 от 10.11.1996 г. [53] и Приказом Федерального агентства по рыболовству № 1166 от 25.11.2011 г. [58]. Его целью является контроль состояния животного мира и оценка его изменений под влиянием ожидаемой техногенной нагрузки.

При ведении мониторинга животного мира целесообразно учитывать требования основных нормативно-правовых документов [31, 36, 53]. Методическое обеспечение исследований разрабатывается с учетом стандартных методик оценки состояния животного мира [26, 35, 36, 50, 65].

Территориальная сеть этих наблюдений формируется за счет мониторинговых площадок, которые должны охватывать все основные типы наземных и водных биоценозов, учитывать биологические и экологические особенности основных систематических групп представителей животного мира, места массового размножения водоплавающих и околоводных видов, пути весенних и осенних миграций птиц.

В водных биоценозах исследуется состояние зообентоса и ихтиофауны (рис. 10). В наземных биоценозах мониторинговые наблюдения ведутся за птицами и млекопитающими как наиболее многочисленными классами наземных позвоночных.

Периодичность полевых наблюдений определяется особенностями экологии животных разных систематических групп. Наблюдения за ихтиофауной и орнитофауной должны проводиться в весенне-летний (в мае–июне) и летне-осенний (в августе–сентябре) периоды, что должно позволять оценивать миграцию видов и репродуктивные показатели. Отбор микробиологических и бентосных проб должен проводиться в августе–ноябре, когда наблюдается максимальное качественное и количественное развитие донных организмов. Изучение млекопитающих должно осуществляться в летний период, а для охотничье-промысловых

ЗТБ
ЗАВОД БУРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Качество Бурового Сервиса

188512, Ленинградская область, Ломоносовский район, Заводская волость, дер. Нижняя колония, д. 51

Тел.: +7 (812) 640-19-40, 640-13-41
Факс: +7 (812) 640-19-50

info@zavodbt.ru
www.zavodbt.ru

Реклама

Рис. 10. Отбор гидробиологических проб

видов — зимой, когда возможен зимний маршрутный учет их численности.

Наблюдаемые показатели. Перечень наблюдаемых параметров в пресноводных и наземных экосистемах определяется документом [31]. В качестве показателей возможных негативных изменений в водных и наземных экосистемах, возникших в результате строительства и эксплуатации предприятий, следует рассматривать следующие параметры: снижение качества вод по гидробиологическим показателям; сокращение качественного и количественного состава водных организмов; развитие высокоустойчивых к сильному загрязнению вод водных сообществ; снижение видового разнообразия и численности рыб, птиц, млекопитающих; сокращение числа видов водных и околоводных птиц; исчезновение редких и особо охраняемых видов животного мира [29, 30].

Ландшафты

Специфика ландшафтного мониторинга обусловлена представлением о ландшафте как о генетически однородном природном территориальном комплексе, все компоненты которого (климат, воды, почвы, подстилающие их породы, биота) развиваются в тесном взаимодействии друг с другом [24]. Нарушение любого из ландшафтообразующих компонентов ведет к изменению всех прочих, меняет систему внутренних связей и экологическое состояние природного ландшафта в целом. Поэтому ландшафтный раздел в системе мониторинга необходим для получения целостной картины изменений, построенной на основе синтеза частных компонентных наблюдений.

Целью ландшафтного мониторинга является интегральная оценка состояния природной среды, прогнозирование тенденций ее развития, отслеживание и моделирование локальных экологических ситуаций на фоне региональных процессов природной динамики.

Организационно-методическую основу ландшафтного мониторинга может составить ландшафтное картографирование с использованием методологического подхода М.А. Глазовской [10], направленное на выделение ландшафтных ареалов, различающихся по миграционной и геохимической структуре. Итогом структурирования является план-схема миграционных геохимических ареалов в границах территории исследования.

Геохимическая структура ландшафтов является следствием миграции вещества и энергии в форме локальных круговоротов, образующих каскадные ландшафтно-геохимические системы разных уровней. Геохимическая связь между верхними и нижними звеньями этих «каскадов» осуществляется через поверхностный и подземный стоки. Поэтому границы структурных блоков каскадной геохимической системы совпадают с линиями водоразделов и легко идентифицируются на местности, позволяя структурировать территорию по топографической карте. После предварительного картографического обоснования сети ландшафтного мониторинга выполняется апробация последнего и ведутся последующие наблюдения.

Наблюдаемые показатели. В связи с отсутствием нормативов ландшафтной оценки в основу мониторинга могут быть взяты критерии, рекомендованные для оценки состояния экосистем [31, раздел 3.5].

При оценке экологического состояния ландшафтов учитывается как площадь проявления негативных изменений, так и пространственная неоднородность распределения участков разной степени деградации на исследуемой территории. Согласно рекомендациям [31] динамические изменения рассчитываются и оцениваются не менее чем за 5-летние периоды наблюдений. Для более коротких периодов оценка производится по соотношению площадей разной степени нарушенности.

На основе полученных оценок составляется прогноз направленности развития и скорости деградации ландшафтов, разрабатываются рекомендации по стабилизации и улучшению экологической ситуации.

Радиационный фон

В соответствии с Федеральным законом РФ «О радиационной безопасности населения» [54] радиационный мониторинг осуществляется на всех стадиях работ, включая геологоразведочные и эксплуатационные.

Для выявления изменений в радиационной обстановке территории по мере реализации проекта необходимо формирование сети пунктов и маршрутов мониторинга в соответствии с нормативными документами [31, 43, 48, 49]. Согласно этим документам сеть пунктов наблюдений за радиационным фоном располагается в пределах территорий промышленных объектов, на границе санитарно-защитной зоны, в пределах селитебных и сельскохозяйственных территорий, в районах расположения хранилищ отходов.

Наблюдаемые показатели. Контроль радиационного фона проводится по мощности эквивалентной дозы и качественному составу нуклидов. Периодичность наблюдений выбирается с учетом этапов освоения месторождения и соответствует стадиям строительства и ввода в эксплуатацию проектируемого объекта.

Отметим, что рамки данной статьи не позволяют осветить методы обработки собираемой информации и ее анализ, которые необходимы для принятия управленческих решений. Эта тема крайне важна и требует отдельного обобщения.

Заключение

Опыт ведения мониторинга окружающей среды калийного месторождения показал, что осуществление данных работ осложняется отсутствием единых требований. Приходится учитывать большое количество нормативных документов, отраженных в списке литературы (более 50 источников). Если учесть, что в эти документы постоянно вносятся изменения и дополнения, некоторые из них отменяются и в то же время вводятся новые, то постоянное обновление нормативной базы представляет трудоемкую задачу.

На практике состав работ чаще всего определяется исполнителем, привлекаемым недропользователем для согласования программы мониторинга с контролирующими органами. В связи с этим наряду с Временным положением о горно-экологическом мониторинге [5], учитывающем в основном контроль состояния геологической среды, необходима, причем в самое короткое время, разработка документа,

определяющего единые требования к мониторингу состояния окружающей среды на месторождениях полезных ископаемых, являющемуся неотъемлемой частью лицензионного соглашения на право пользования недрами.

Авторы выражают благодарность сотрудникам Естественно-научного института Пермского государственного национального исследовательского университета Е.А. Ворончихиной и М.А. Бакланову за ценные советы и помощь в подготовке статьи.

Настоящая работа выполнена в рамках программы «Поддержка научно-педагогических кадров России 2009–2013», проекта «Оценка и восстановление состояния окружающей среды геохимическими методами в районах с критической техногенной нагрузкой» при поддержке субсидии для реализации научных проектов международными исследовательскими группами «Разработка научных основ технологии высокоинтенсивной флотации минерального сырья и повышение эффективности обогащения руд Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей».

Список литературы

1. *Бачурин Б.А., Бабошко А.Ю.* Эколого-геохимическая характеристика отходов калийного производства // Горный журнал. 2008. № 10. С. 88–91.
2. *Бондарик Г.К., Иерусалимская Е.Н.* Научные основы и методика организации режимной сети мониторинга региональных природно-технических систем // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2009. № 5. С. 56–62.
3. Водный кодекс Российской Федерации / Федеральный закон от 03.06.2006 г. № 73-ФЗ. М.: ГД ФС РФ, 2006.
4. Временная методика исчисления размера возмещения вреда, причиненного юридическими и физическими лицами незаконным уничтожением и повреждением естественных мест обитания объектов животного и растительного. Пермь: Правительство Пермского края, 2003.
5. Временное положение о горно-экологическом мониторинге. М.: Госгортехнадзор РФ, МПР РФ, Госкомэкология РФ, 1997.
6. Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв. М.: Госкомитет по гидрометеорологии и контролю природной среды, 1984. 44 с.
7. Выявление радиоактивного загрязнения на территории городов и населенных пунктов методами аэро- и автогамма-спектрометрии, пешеходной гамма-съемки: методические рекомендации. М.: Геологоразведка, 1992.
8. *Ганжара Н.Ф.* Определение плотности почвы пикнометрическим методом: практикум по почвоведению. М.: Агроконсалт, 2002. С. 26–33.
9. *Ганжара Н.Ф.* Оценка степени засоления по содержанию токсичных солей: практикум по почвоведению. М.: Агроконсалт, 2002. С. 88–90.
10. *Глазовская М.А.* Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высшая школа, 1988. 324 с.
11. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М.: Минздрав РФ, 2003.
12. ГН 2.1.5.2280-07. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнения и изменения № 1 к ГН 2.1.5.1315-03. М.: Минздрав РФ, 2007.
13. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. М.: Минздрав РФ, 2006.
14. ГОСТ 16128-70 Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М.: Госстандарт СССР, 1970. 23 с.
15. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков // Государственный контроль качества воды: сб.-справочник. М.: Изд-во стандартов, 2001. С. 122–131.
16. ГОСТ 17.1.5.04-81. Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2002.
17. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору поверхностных и морских вод, льда, атмосферных осадков. М.: Госстандарт СССР, 1986.
18. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. М.: Госстандарт СССР, 1986.
19. ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния. М.: Госстандарт СССР, 1982. 12 с.
20. ГОСТ 17.4.2.03—86. Охрана природы. Почвы. Паспорт почв. М.: Госстандарт СССР, 1986. 32 с.
21. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. М.: Госстандарт СССР, 1984. 8 с.
22. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. М.: Госстандарт СССР, 1985. 11 с.
23. ГОСТ 17.5.4.02-84. Охрана природы. Метод измерения и расчета суммы токсичных солей во вскрышных и вмещающих породах. М.: Госстандарт СССР, 1985. 12 с.
24. ГОСТ 17.8.1.01-86. Охрана природы. Ландшафты. Термины и определения. М.: Госстандарт СССР, 1987. 8 с.
25. ГОСТ 17.8.1.02-88. Охрана природы. Ландшафты. Классификация. М.: Госстандарт СССР, 1988. 7 с.
26. *Жадин В.И.* Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа, 1960. 191 с.
27. Земельный кодекс Российской Федерации / Федеральный закон от 25.10.2001 г. № 136-ФЗ 25.10.2001. М.: ГД ФС РФ, 2001.
28. *Королев В.А.* Мониторинг геологической среды / под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 1995. 272 с.
29. Красная книга Пермского края. Пермь: Книжный мир, 2008. 256 с.
30. Красная книга Российской Федерации. Животные. М.: АСТ, Астрель, 2001. 863 с.
31. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М.: ГНТУ Минприроды РФ, 1992. 30 с.
32. *Максимович Н.Г., Андреев А.И., Ворончихина Е.А.* Актуальные вопросы инженерно-экологических изысканий: поиск комплексных решений // Инженерные изыскания. 2010. № 5. С. 44–48. URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2010/367.pdf.
33. *Максимович Н.Г., Ворончихина Е.А., Хайрулина Е.А., Жекин А.В.* Техногенные биогеохимические процессы в Пермском крае // Геориск. 2010. № 2. С. 38–45. URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2010/0366.pdf.

34. *Максимович Н.Г., Первова М.С.* Влияние перетоков минерализованных вод Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей на приповерхностную гидросферу // Инженерные изыскания. 2012. № 1. С. 22–28. URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2012/387.pdf.
35. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
36. Методика исчисления размера вреда, причиненного объектам животного мира, занесенным в Красную книгу Российской Федерации, а также иным объектам животного мира, не относящимся к объектам охоты и рыболовства и среде их обитания / утв. Приказом МПР России от 28.04.2008 г. № 107. М.: МПР РФ, 2008.
37. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель. М.: Минприроды РФ, Роскомзем РФ, 1994.
38. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод. М.: ВСЕГИНГЕО, 1990.
39. Методические рекомендации по организации и ведению мониторинга подземных вод. М.: ВСЕГИНГЕО, 1985.
40. Методические рекомендации по организации мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду в составе производственного экологического контроля. Пермь: Государственная инспекция по экологии и природопользованию Пермского края, 2006.
41. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды. М.: Гидрометеоиздат, 1981. 110 с.
42. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. СПб.: ОАО «НИИ Атмосфера», 2005.
43. МИ 2453-2000. Методики радиационного контроля. Общие требования. М.: ГНМЦ ВНИИФТРИ, Госкомсанэпиднадзор России, 2006.
44. Микробиологический контроль в системе универсального почвенного мониторинга // Экологический мониторинг почв / Г.В. Мотузова, О.С. Безуглова. М.: Академический проект, 2007. 237 с.
45. Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края: энциклопедия / под ред. А.И. Кудряшова. Пермь: Книжная площадь, 2006. 464 с.
46. *Миркин Б.М., Розенберг Г.С.* Количественные методы классификации, ординации и геоботанической индикации // Итоги науки и техники. М.: ВИНИТИ, 1979. Т. 3. С. 71–137.
47. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учеб. пособие в двух частях. Ч. 2 / Афанасьев Ю.А., Фомин С.А., Меньшиков В.В. и др. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. С. 338.
48. МР 2.6.1.27-2003. Зона наблюдения радиационного объекта. Организация и проведение радиационного контроля окружающей среды. М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.
49. МУ 2.6.1.2398-08. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности. М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2008.
50. *Новиков Г.А.* Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. М., 1953. 502 с.
51. О животном мире / Федеральный закон № 52-ФЗ от 24.04.1995 г. М.: ГД ФС РФ, 1995 (по сост. на 2006 г.).
52. О недрах / Федеральный закон № 2395-1 от 21.02.1992 г. М.: ГД ФС РФ, 1992 (по сост. на 2011 г.).
53. О порядке ведения государственного учета, государственного кадастра и государственного мониторинга объектов животного мира / Постановление Правительства РФ от 10.11.1996 г. № 1342. М.: Правительство РФ, 1996.
54. О радиационной безопасности населения / Федеральный закон от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ. М.: ГД ФС РФ, 1995 (по сост. на 2009 г.).
55. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения / Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ. М.: ГД ФС РФ, 1999 (по сост. на 2005 г.).
56. Об охране атмосферного воздуха / Федеральный закон от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ. М.: ГД ФС РФ, 1999 (по сост. на 2008 г.).
57. Об охране окружающей среды / Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ. М.: ГД ФС РФ, 2002 (по сост. на 2011 г.).
58. Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам / Приказ Федерального агентства по рыболовству от 25.11.2011 г. № 1166. М.: Росрыболовство, 2011.
59. Об утверждении правил безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов / Постановление Госгортехнадзора России от 28.01.2002 г. № 6. М.: Госгортехнадзор РФ, 2002.
60. Основные положения организации и развития лесного хозяйства Пермского края / утв. Федеральной службой лесного хозяйства РФ № ВН-04-04/2п от 11.01.2005 г. М.: Рослесхоз, 2005.
61. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение / утв. Приказом Госкомрыболовства России от 28.04.1999 г. № 96. М.: Госкомрыболовство, 1999.
62. Положение о ведении государственного мониторинга водных объектов / утв. Постановлением Правительства РФ от 14.03.1997 г. № 307. М.: Правительство РФ, 1997.
63. Положение об осуществлении государственного мониторинга земель / утв. Постановлением Правительства РФ от 28.11.2002 г. № 846. М.: Правительство РФ, 2002.
64. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М.: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии, Минздрав СССР, 1991.
65. Рекомендации по определению токсичности для рыб водной среды. М.: Минсельхозпрод РФ, 1999.
66. СанПин 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. М.: Минздрав РФ, 2003.
67. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Минздрав РФ, 2002.
68. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. М.: Минздрав РФ, 2003.
69. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. М.: Минздрав РФ, 2000.
70. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. М.: Госстрой РФ, 1997.
71. СП 2.1.5.1059-01. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения. Санитарные правила. М.: Минздрав РФ, 2001.
72. *Стернзат М.С.* Метеорологические приборы и наблюдения. Л.: Гидромет. изд-во, 1968. 463 с.
73. Учет динамики растительной органической массы в лесных сообществах // Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах / Базилевич Н.И., Титлянова А.А., Смирнов В.В. и др. М.: Наука, 1998. С. 21–80.
74. Kali im Sűdhars-Unstrur-Revier / Heinz Bartl, Günter Döring, Karl Hartung und oth. Bochum, 2003. B. 1, 2. 2005. B. 3.