ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Е.Г. Язиков
А.Ю. Шатилов

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Учебное пособие

Томск 2003

УДК 624. 131: 551.3

Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов.- Томск: Изд-во 2003.-336 с.

В учебном пособии изложено современное состояние мониторинга окружающей среды. Рассмотрены классификации мониторинга, определения и содержания программ мониторинга. Приведены методы и принципы организации мониторинга. Рассмотрен мониторинг отдельных природных сред с привлечением инструктивных материалов, методических рекомендаций и ГОСТов. Приведены материалы по мониторингу различных природно-техногенных систем, включающих горно- и нефтегазодобывающие отрасли промышленности, а также добычные предприятия месторождений урана методом подземного скважинного выщелачивания. В пособии кратко изложены виды исследований и аналитическое обеспечение при организации мониторинга.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Геоэкология», преподавателей вузов, слушателей ФПК и специалистов-практиков.

Рецензенты:

Профессор, доктор геолого-минералогических наук А.В. Манан-ков

Профессор, доктор геолого-минералогических наук Л.П. Рихва-нов

Кандидат геолого-минералогических наук Ю.В. Макушин

Yazikov Ye.G., Shatilov A.Yu. Geoecological monitoring. Textbook.- Tomsk: 2003.-336 p.

The textbook presents materials on modern environmental monitoring. Classifications of monitoring, definitions and programs are under consideration. Methods and principles of monitoring organization are given. Monitoring of certain natural environments is discussed on the basis of different instructive materials, methodical recommendations and standards. Materials on monitoring of various natural-technogenic systems including mine and oil production industries, uranium production works using underground leaching method are presented. Brief description of investigation and analytical methods for monitoring organization are also introduced.

The textbook will be useful for students trained in Geoecology, teachers and specialists.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 6
Глава 1. Основные понятия о мониторинге. Общая структура мониторинга. Классификация видов мониторинга. Системы и службы мониторинга 9
1.1. Основные понятия о мониторинге 9
1.2. Общая структура мониторинга 18
1.2.1. Комплекс технических средств для создания ГИС при мониторинге 20
1.2.2. Состав программных средств при мониторинге 23
1.3. Классификация видов мониторинга 28
1.4. Службы мониторинга 33
1.5. Системы автоматического мониторинга 37
Глава 2. Критерии оценки состояния природных сред 54
2.1. Санитарно-гигиенические показатели 54
2.1.1. ПДК в воздушной среде 55
2.1.2. ПДК в водной среде 58
2.1.3. ПДК в почве 65
2.1.4. Другие показатели 71
2.2. Экологические критерии 73
2.3. Оценка степени антропогенных изменений природных сред 83
Глава 3. Методы и организация мониторинга 90
3.1. Методы и виды исследований 90
3.1.1. Атмогеохимические исследования 94
3.1.2. Гидрогеологические и гидрогеохимические исследования 95
3.1.3. Гидролитогеохимические исследования 95
3.1.4. Ландшафтные исследования. 98
3.1.5. Почвенные исследования 101
3.1.6. Геоботанические исследования 102
3.1.7. Биологические исследования 104
3.1.8. Медико-геохимические исследования 106
3.2. Наблюдательные сети и объём работ 107
3.3. Методы подготовки проб к лабораторным исследованиям 117
3.4. Перечень и содержание материалов 118
Глава 4. Мониторинг состояния отдельных природных сред и экзогенных геологических процессов 124
4.1. Мониторинг атмосферного воздуха 124
4.1.1. Общая характеристика 124
4.1.2. Метеорологические условия и распространение

загрязняющих веществ. Потенциал загрязнения атмосферы 127
4.1.3. Система мониторинга.....129
4.1.4. Общегосударственная система наблюдения и контроля атмосферного воздуха (ОГСНКа) 131
4.1.5. Отбор и подготовка проб к анализу.....133
4.2. Мониторинг загрязнения снегового покрова.....136
4.2.1. Общая характеристика 136
4.2.2. Отбор проб и пробоподготовка.....136
4.2.3. Методика обработки результатов 137
4.2.4. Результаты исследований 140
4.3. Мониторинг состояния почв 152
4.3.1. Общая характеристика 152
4.3.2. Отбор проб почв и пробоподготовка.....156
4.3.3. Результаты исследований 159
4.4. Мониторинг поверхностных и подземных вод 164
4.4.1. Общая характеристика 164
4.4.2. Мониторинг поверхностных вод 165
4.4.3. Мониторинг подземных вод.....167
4.4.4. Отбор проб и пробоподготовка.....170
4.5. Мониторинг растительности 174
4.5.1. Общая характеристика 174
4.5.2. Отбор проб и пробоподготовка.....176
4.6. Мониторинг биоты 181
4.7. Мониторинг экзогенных геологических процессов.....184
4.7.1. Методологические и организационные основы мониторинга экзогенных геологических процессов.....184
4.7.2. Наблюдательная сеть в системе мониторинга экзогенных геологических процессов 188
4.7.3. Сбор, обработка, анализ информации об экзогенных геологических процессов и основных изменяющихся факторах.....190
4.7.4. Автоматизированная информационная система для ведения мониторинга экзогенных геологических процессов 191
4.7.5. Основные требования к региональной службе контроля и прогноза опасных геологических процессов 193
Глава 5. Аналитическое обеспечение при мониторинге 197
5.1. Ядерно-физические методы.....197
5.2. Оптические методы 198
5.3. Физико-химические методы.....199
Глава 6. Особенности организации мониторинга при различных видах хозяйственного освоения территорий.....203

6.1. Мониторинг в районах развития горнодобывающей промышленности 203
6.1.1.Общая характеристика 203
6.1.2. Виды и источники антропогенного воздействия 205
6.1.3. Функции и территории ведения мониторинга.....209
6.1.4. Структура и содержание мониторинга.....219
6.1.5. Наблюдательные пункты и сети мониторинга 221
6.1.6. Классы, программы и проекты мониторинга 227
6.2. Мониторинг в районах развития нефтегазодобывающей промышленности 230
6.2.1. Общая характеристика 230
6.2.2. Воздействия объектов месторождения на компоненты природной среды 244
6.2.3. Прогноз возможного развития опасных техногенных процессов и аварийных ситуаций.....252
6.2.4. Организация мониторинга 256
6.2.5. Отбор проб и пробоподготовка.....269
6.2.6. Результаты исследований 271
6.2.7. Лабораторные исследования 276
6.3. Мониторинг на территории деятельности предприятий по добыче урана методом подземного скважинного выщелачивания 279
6.3.1.Оценка воздействия на природную среду.....286
6.3.2. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух.....294
6.3.3. Мониторинг за состоянием подземных вод.....296
6.3.4. Мониторинг за загрязнением почв 299
6.3.5. Мониторинг загрязнения оборудования и транспорта.....302
Заключение 306
Литература.....308
Приложения ……..324

ВВЕДЕНИЕ

Создание данной работы вызвано необходимостью обобщения исследований в области мониторинга окружающей среды для решения теоретических и практических задач с учетом современных реальностей жизни.

Важным обстоятельством также явилось и то, что в последние годы при ведении хозяйственной деятельности обязательным условием лицензионных соглашений является проведение мониторинга. Методы и способы решения данных задач не всегда однозначны и требуют более строгого в методическом плане подхода. Соответственно выпускники вузов должны владеть этой информацией и быть готовыми к ее применению в практической деятельности.

В основу работы положен курс лекций по геоэкологическому мониторингу, лабораторный практикум, материалы учебных и производственных практик, осуществляемых авторами в течение нескольких лет на кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета для студентов по специальности 013600 «Геоэкология», а также результаты личных многолетних исследований авторов и коллектива кафедры в проведении геохимического мониторинга природных сред объектов юга Западной Сибири, что нашло отражение в данном пособие.

При обучении студентов, а также в ходе выполнения курсовых и дипломных проектов, авторы приходили к мысли о необходимости создания учебного пособия. При обучении специалистов-геоэкологов крайне важно ознакомить их с теорией и практикой геоэкологических исследований, с организацией различных видов мониторинга как отдельных природных сред, так и комплексного, а также правильный выбор современных лабораторных методов анализа для оценки территорий, характеризуемых различными видами техногенной нагрузки.

В отдельных главах представлены сведения о структуре, системах и службах мониторинга. Приводятся данные об автоматизированной системе контроля за радиационной обстановкой (АСКРО), размещенной в Томской области. Критерии оценки состояния природной и геологической среды основываются на санитарно-гигиенических показателях и экологических критериях, а также учитываются оценки степени антропогенных изменений.

Методы и виды исследований, необходимые для проведения мониторинга, определяются с учетом конкретных природно-технических комплексов (ПТК), ландшафтно-почвенных, геоморфологических, гео-

химических и других условий, что довольно подробно излагается в данной главе.

В главе мониторинга состояния отдельных природных и геологических сред по изучению снегового покрова и почв приводятся оригинальные исследования авторов по природно-техногенному загрязнению природных сред, что может служить экспрессному способу оценки масштабов загрязнения и выявления источников воздействия при мониторинге.

Аналитическое обеспечение при мониторинге является наиболее сложной и ответственной задачей. Правильный выбор аналитических методов позволит получить объективные результаты с наиболее высокой степенью достоверности.

В главе особенности организации мониторинга при различных видах хозяйственного освоения территорий рассматриваются наиболее важные отрасли, для которых проведения данных работ предписываются лицензионными соглашениями. Опыт работ на различных предприятиях, а также некоторые программы мониторинга позволят ориентироваться в данном направлении не только студентам, но и специалистам-практикам.

Авторы преследовали цель не только создать учебное пособие, но и системно изложить основные необходимые материалы, которые требуются при проведении геоэкологического мониторинга. Конечно, все изложить не представляется возможным, поэтому предполагается изучение литературы, приведенной в библиографическом списке.

В процессе подготовки учебного пособия авторы пользовались материалами и консультациями сотрудников ГУП ТЦ «Томскгеомониторинг» В.А. Льготина, Ю.В. Макушина, В.П. Шинкаренко, ОГУП «Облкомприрода» А.М. Адама, П.Н. Черногривова, Д.В. Волостнова, Е.А. Тельменовой, И.М. Герасименко, О.Н. Алисовой, ОАО «Томск-НИПИнефть» Г.А. Надоховской, Г.Г. Румянцевой, ОАО «Волковгеология» – Б.Р. Берикболова, П.Г. Каюкова, П.П. Дубинчина, В.Ф. Долгополова, Г.П. Нестерова, Г.Ф. Ефремова, Л.С. Петровой, Л.С. Вятченниковой, П.Е. Чистилина и специалистов НАК «Казатомпром» – В.Г. Язикова, В.П. Забазнова, Н.Н. Петрова и других. Авторы благодарны всем названным сотрудникам.

Активную помощь авторам оказывали сотрудники НТБ ТПУ информационно-библиографического отдела во главе с Н.И. Кубраковой, сотрудники и студенты кафедры геоэкологии и геохимии факультета геоэкологической и общегеологической подготовки Найбауэр И.Н., Нефедова В.Н., Перегудина Е.В. и другие.

Авторы будут признательны читателям за отзывы, критические замечания и полезные советы, которые помогут устранить имеющиеся в пособии недостатки и улучшить в будущем его содержание.

Глава 1. Основные понятия о мониторинге. Общая структура мониторинга. Классификация видов мониторинга. Системы и службы мониторинга

1.1. Основные понятия о мониторинге

Термин «мониторинг» вошел в научный оборот из англоязычной литературы и происходит от английского слова monitoring – контрольное наблюдение. В свою очередь слово monitoring происходит от английского monitor, а также от латинского «монитор» – «наблюдающий», «предостерегающий». Современное значение этого слова можно определить как наблюдение, контроль, предупреждение.

Понятие мониторинга окружающей среды было впервые введено Р. Мэнном в 1972 г. на Стокгольмской конференции ООН и с тех пор постоянно развивается и обсуждается на различных международных конгрессах и совещаниях (Munn, 1973). Программа ЮНЕСКО, принятая в 1974 г., определяет мониторинг как систему регулярных длительных наблюдений в пространстве и во времени, дающую информацию о прошлом и настоящем состояниях окружающей среды, позволяющую прогнозировать изменение ее параметров, имеющих особенное значение для человечества.

Общая теория мониторинга окружающей среды, обоснование и определение основных принципов и связанных с ними понятий развиты в нашей стране в основополагающих работах И.П. Герасимова, Ю.А. Израэля, Ф.Я. Ровинского, В.Е. Соколова и других исследователей. Теоретические вопросы по проблемам мониторинга геологической среды изложены в работах А.А. Бондаренко, Г.К. Бондарика, А.Г. Гамбурцева, Г.А. Голодковской, В.К. Епишина, А.Г. Емельянова, Ю.Ф. Захарова, В.А. Королева и других.

В концепции Ю.А. Израэля (Израэль и др., 1978, Израэль, 1984) под мониторингом понимается система наблюдений, позволяющая выделить изменения состояния (и прежде всего загрязнение) биосферы под влиянием деятельности человека. Подобную систему он определил как мониторинг антропогенных изменений окружающей природной среды. Основная цель ее создания – предупреждение негативных последствий воздействия человека на природу. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: 1) определить источники воздействия, а также причины антропогенных изменений; 2) оценить фактическое состояние природной среды; 3) выявить тенденции изменения,

дать прогноз и оценку будущего состояния биосферы, что хорошо демонстрируется на блок-схеме системы мониторинга (рис. 1.1.1).

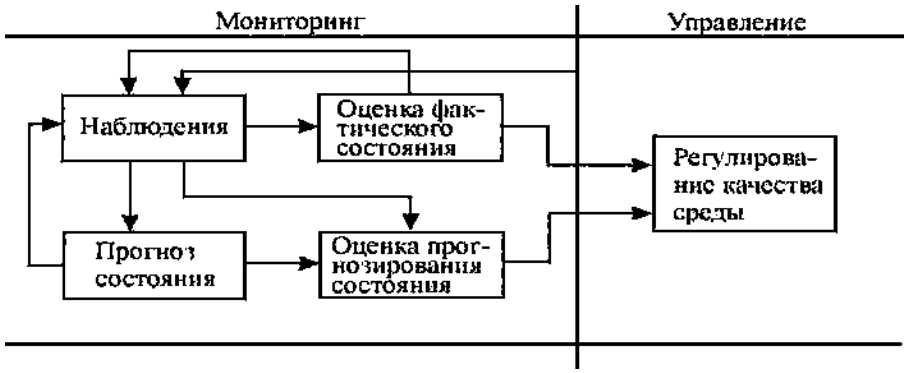


Рис. 1.1.1. Блок-схема системы мониторинга (Израэль, 1984)

В концепции И.П. Герасимова (Герасимов, 1975, 1985) мониторинг – это система наблюдений и контроля за состоянием окружающей среды с целью рационального использования природных ресурсов, охраны природы и обеспечения стабильного функционирования геосистем различного хозяйственного назначения. Предметом исследования мониторинга выступает совокупность природных явлений, подверженная как естественным динамическим изменениям, так и преобразованиям со стороны человека. Изучение совокупности явлений представляет собой сложную комплексную задачу, поэтому предложено решать ее путем подразделения на несколько частных составляющих (уровней, ступеней). В зависимости от масштаба объектов и задач наблюдений выделено И.П. Герасимовым (1981) три блока мониторинга: биологический (санитарный), геосистемный (хозяйственный) и биосферный (глобальный) (табл. 1.1.1).

Таблица 1.1.1

Система наземного мониторинга окружающей среды (Герасимов, 1981)

Блок мониторинга	Объекты мониторинга	Характеризуемые показатели	Службы и опорные базы
Биологический (санитарный)	Приземный слой воздуха Поверхностные и грунтовые воды, промышленные	ПДК токсичных веществ Физические и биологические раздражители (шу-	Гидрометеорологическая, водохозяйственная, санитарно-эпидемиологическая

Блок мониторинга	Объекты мониторинга	Характеризуемые показатели	Службы и опорные базы
	и бытовые стоки и выбросы Радиоактивные излучения	мы,аллергены) Предельная степень радиоизлуче-ния	
Геосистемный (хозяйственный)	Исчезающие виды животных и растений Природные экосистемы Агросистемы Лесные экосис-темы	Функциональная структура природ-ных экосистем и ее нарушения Популяционное состояние расте-ний и животных Урожайность сель-скохозяйственных культур Продуктивность насаждений	
Биосферный (гло-бальный)	Атмосфера (тропосфера) и озоновый экран Гидросфера Растительный и почвенный покровы, живот-ное население	Радиационный ба-ланс, тепловой перегрев, газовый состав и запыление загрязнение боль-ших рек и водое-мов; водные бассей ны, круговороты воды на обширных водосборах и кон-тинентах Глобальные харак-теристики состоя-ния почв, растительного пок-рова и животных. Глобальные бал-лансы CO_2 и O_2. Крупномасштаб-ные круговороты веществ	Международные биосферные стан-ции

В методических подходах А.Г. Емельянова (1984) отмечается, что основной целью мониторинга является предотвращение отрица-

тельных последствий, связанных с хозяйственной деятельностью человека, однако объектами наблюдения чаще всего выступают отдельные компоненты природной среды: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы и биота, в ряде случаев – геосистемы и экосистемы. Соответственно наибольшее развитие получили отраслевые звенья мониторинга – гидрометеорологические, гидрогеологические, геохимические и биологические, практически функционирующие как независимые системы наблюдения и контроля. Однако отраслевой подход к мониторингу не учитывает, что компоненты биосферы тесно связаны между собой и образуют сложные природные комплексы – геосистемы и экосистемы. Антропогенное воздействие даже на один из компонентов может привести к нарушению комплекса в целом и тяжелым необратимым последствиям в природе. Отсюда следует, что оптимальное решение проблемы взаимоотношения общества и природы на всех уровнях (от локального до глобального) возможно лишь на основе организации комплексного геоэкологического мониторинга состояния окружающей природной среды. Исходя из объектов наблюдений, схема может быть представлена в следующем виде (рис. 1.1.2).

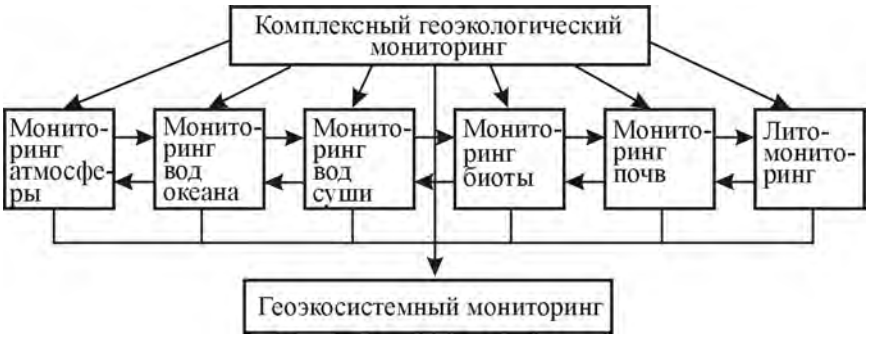


Рис. 1.1.2. Структурная схема комплексного геоэкологического мониторинга (Емельянов, 1994)

Из схемы видно, что система мониторинга складывается из наблюдений за состоянием отдельных компонентов и комплексов природной среды в целом. Его особенность состоит в учете связей между отраслевыми звеньями системы и функциональном подчинении геосистемному (ландшафтно-экологическому) мониторингу других видов наблюдений, что обусловлено свойством целостности природной среды.

В 80-е годы был введен термин литомониторинг, который в отличие от мониторинга окружающей среды характеризуется более узким понятием, рассматривающим в качестве объекта наблюдения только ли-

тосферу. Согласно В.К. Епишину и В.Т. Трофимову (1985), литомониторинг это система, включающая блок контроля (режимные наблюдения) и блок управления (автоматизированная информационная система и система защитных мероприятий). В этом определении подчеркивается целевая направленность литомониторинга не только на фиксирование параметров, но и на управление. Существуют и другие определения термина «литомониторинг». По определению Г.К. Бондарика и Л.Я. Ярг (1990), литомониторинг – система оценки состояния приповерхностной области литосферы, взаимодействующей с орудиями и продуктами труда, и прогноза ее функционирования, «это подсистема мониторинга среды обитания человека, включающей техносферу».

Одновременно с понятием литомониторинг появилось и понятие мониторинг геологической среды, а также инженерно-геологический мониторинг. В определении В.А. Королева (1995) «мониторингом геологической среды называется система постоянных наблюдений, оценки, прогноза и управления геологической средой или какой-либо ее частью, проводимая по заранее намеченной программе в целях обеспечения оптимальных экологических условий для человека в пределах рассматриваемой природно-технической системы». Более полно системы мониторинга окружающей среды и соотношение некоторых видов мониторинга показаны на рисунке 1.1.3. Интересна структурная схема и соотношение систем мониторинга окружающей среды разных уровней предложенная В.А. Королевым (рис.1.1.4).

В разработанных требованиях гидрогеоэкологической научно-производственной и проектной фирмой "ГИДЭК" к мониторингу месторождений твердых полезных ископаемых приводится следующее определение термина: мониторинг состояния недр (геологической среды) – система регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки и анализа информации, оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием естественных природных факторов, пользования недрами и иной антропогенной деятельности (Требования …, 2000).

Законом Российской Федерации от 21.02.92 г. №2395-1 «О недрах» (редакция от 29.05.2002 г.) определено, что в состав работ по государственному геологическому изучению недр входит составной частью государственный мониторинг геологической среды (состояния недр), который, в свою очередь, является подсистемой комплексной системы мониторинга окружающей природной среды и использования природных ресурсов Российской Федерации (Закон …, 1992).

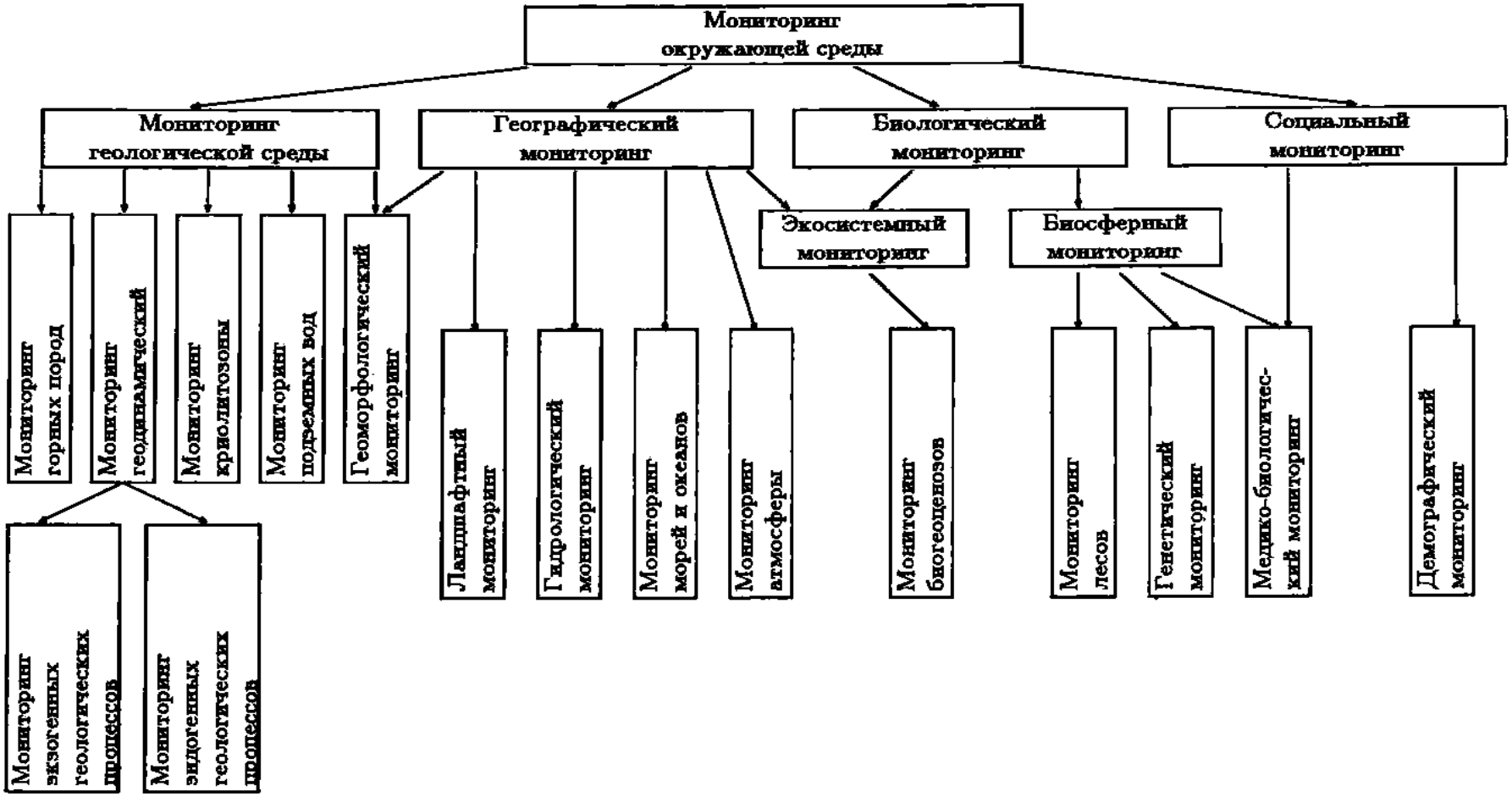


Рис. 1.1.3. Структурная система и соотношение систем МОС разных уровней (Королев, 1995)

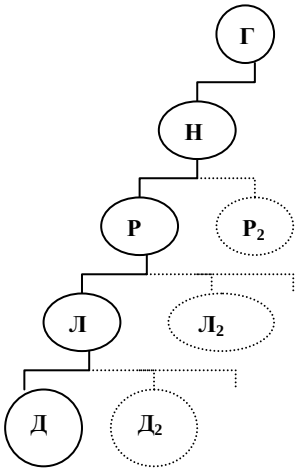
Уровни мониторинга	Структурная схема	Примечания
Глобальный		Межгосударственная система МОС
Национальный		Государственная система мониторинга территории России
Региональный		Краевые и областные системы МОС
Локальный		Городские и районные системы МОС
Детальный		Месторождения, промышленные предприятия, хозяйственные комплексы и т.д.

Рис. 1.1.4. Структурная схема и соотношение систем мониторинга окружающей среды разных уровней (Королев, 1995)

В соответствии с Положением о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации № 433 от 21.05.2001г., государственный мониторинг состояния недр (ГМСН) представляет собой систему регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки, обобщения и анализа информации для оценки состояния и использования недр, а также прогноза их изменений под влиянием естественных природных факторов, недропользования и других видов антропогенной деятельности.

Многолетние исследования коллектива кафедры геоэкологии и геохимии позволили наметить основные принципы геохимического мониторинга, в котором предложен подход к выбору наиболее информативных природных сред (табл. 1.1.2) и рациональный комплекс химико-аналитических методов (Рихванов и др., 1994; Язиков, 2001).

Таблица 1.1.2

Основные принципы эколого-геохимической оценки природной среды (первый этап геохимического мониторинга)

	Цель изучения	Оцениваемые показатели	Представляемый для анализа материал

	Цель изучения	Оцениваемые показатели	Представляемый для анализа материал
Снег	Оценка уровня загрязнения атмосферы тяжелыми металлами	Общая запыленность, содержание не менее 23 элементов по ГОСТу, содержание U, техногенных радионуклидов и других вредных веществ [бенз(а)пирен, пестициды и др.]	Карта общей запыленности; Карты распределения ТМ; Карта СПЗ снегового покрова
Почва	Оценка уровня загрязнения почв тяжелыми металлами за длительный период времени	Определение общей радиоактивности, содержание не менее 23 элементов по ГОСТу, содержание U, Th, техногенных радионуклидов и других вредных веществ при необходимости [бенз(а)пирен, пестициды и т.д.]	Карты распределения ТМ, радиоактивности; Карта СПЗ почвы; Разрабатывается экологический стандарт почв региона
Биота	Оценка уровня загрязнения биомассы тяжелыми металлами за длительный период времени	Содержание не менее 23 элементов по ГОСТу, содержание U, Th, техногенных радионуклидов и др. вредных веществ при необходимости	Карта распределения ТМ и др. веществ; Карта СПЗ биомассы
Вода	Оценка уровня загрязнения воды тяжелыми металлами на данный момент времени	Содержание не менее 23 элементов по ГОСТу, содержание U, техногенных радионуклидов и др. вредных веществ при необходимости	Карты распределения ТМ и др.; Карта СПЗ воды; Разрабатывается экологический стандарт воды региона
Атмосфера	Оценка уровня загрязнения воздуха на момент измерения	Пыль, двуокись серы, окись углерода, двуокись азота, окись азота, аммиак, сероводород, хлор и др. вредные вещества при необходимости	Карты загрязнения воздуха; Карта СПЗ воздуха
Донные отложения	Оценка уровня загрязнения донных отложений тяжелыми металлами за длительный период времени	Определение общей радиоактивности, содержание не менее 23 элементов по ГОСТу, содержание U, Th, техногенных радионуклидов и др. вредных веществ при необходимости [бенз(а)пирен, пестициды и т.д.]	Карты распределения ТМ, радиоактивности; Карта СПЗ донных отложений

	Цель изучения	Оцениваемые показатели	Представляемый для анализа материал
Солевые отложения	Оценка уровня загрязнения объекта тяжелыми металлами за длительный период времени	Определение общей радиоактивности, содержание не менее 23 элементов по ГОСТу, содержание U, Th, техногенных радионуклидов и др. вредных веществ при необходимости [бенз(а)пирен, пестициды и т.д.]	Карты распределения ТМ, радиоактивности; Карта СПЗ солевых отложений

1.2. Общая структура мониторинга.

Структурная схема мониторинга геологической среды, согласно В.К. Епишину и В.Т. Трофимову (1985), показана на рисунке 1.2.1, из которого следует, что ее основными частями являются блок контроля и блок управления, связанные между собой каналами передачи информации, а также автоматизированная информационная система и система инженерной защиты.

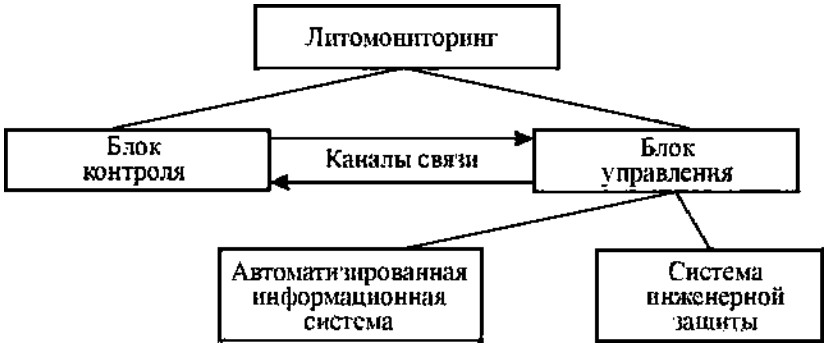


Рис. 1.2.1. Структурная схема мониторинга геологической среды (Епишин, Трофимов, 1985)

Более сложную и в тоже время наиболее полную общую структуру мониторинга геологической среды предложил В.А. Королев, в которой на основе функциональной системы и структуры иерархического построения систем мониторинга разного уровня выделяются следующие основные системы: функциональная, иерархическая, объектов мониторинга, производственных работ, научно-методических разработок и технического обеспечения мониторинга (рис. 1.2.2).

С учетом многолетнего опыта работы государственного унитарного предприятия Территориальный Центр «Томскгеомониторинг» объектами мониторинга на территории Томской области являются участки недр, представляющие собой геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические тела, проявления ЭГП, приуроченные к этим телам, и т.д., в пределах которых оценивается состояние компонентов геологической среды и прогнозируются их изменения (Состояние …, 2002). В государственной системе мониторинга состояния недр на территории Томской области выделяются следующие подсистемы:

- мониторинг подземных вод (подземных водных объектов);
- мониторинг опасных экзогенных геологических процессов;
- мониторинг месторождений полезных ископаемых, включая мониторинг месторождений углеводородного сырья и твердых (в том числе общераспространенных) полезных ископаемых;
- мониторинг участков недр, используемых для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых;

Рис. 1.2.2. Общая структура мониторинга геологической среды (Королев, 1995)

- мониторинг участков недр, испытывающих воздействие хозяйственной деятельности, не связанной с недропользованием.

Основным источником формирования и пополнения информационных ресурсов ГМСН являются данные о состоянии геологической среды, полученные при проведении регулярных наблюдений по опорной государственной наблюдательной сети федерального и территори-

ального уровней. Для сбора информации используются различные методы наземных и дистанционных наблюдений.

1.2.1. Комплекс технических средств для создания ГИС при мониторинге

Основой информационных ресурсов служит база данных GEOMON, которая успешно функционирует в ОГУП ТЦ «Томскгеомониторинг» на протяжении нескольких лет. Она является ядром информационной системы (ИС) и предназначена для хранения всей фактографической информации, за исключением картографических материалов и данных дистанционного зондирования. Ежегодно база данных пополняется результатами полевых исследований и аналитическими данными, полученными на их основе. Объемы информационных ресурсов, хранящихся в ИС GEONOM ТЦ «Томскгеомониторинг» отражены в таблице 1.2.1.

Таблица 1.2.1

Информационные ресурсы ИС GEOMON
(ГУП ТЦ «Томскгеомониторинг», 2002)

Содержание информации	Количество		Примечание
	Объектов, пунктов наблюдения	Замеров, определений, 2001г./всего	
Месторождение подземных вод и их участки	52	-	
Недропользователи	710	-	
Объекты недропользования	864	-	
Скважины, всего В том числе: Режимные Эксплуатационные Наблюдательные Съемочные и разведочные	3551 720 1473 306 403	- - - - -	
Лицензии и лицензионные соглашения на добычу пресных подземных вод	342	-	
Минеральные подземные воды	6	-	
Месторождение углеводородов	100	-	
Месторождение неметаллических полезных ископаемых	116	-	
Месторождение металлических полезных ископаемых	2	-	
Проявления твердых полезных ископае-	63	-	

Содержание информации	Количество		Примечание
	Объектов, пунктов наблюдения	Замеров, определений, 2001г./всего	
мых			
Техногенные объекты	0	-	
Участки наблюдений за ЭГП	31	-	

По материалам мониторинговых исследований составляются различные цифровые тематические карты и схемы, на которых отражается современное состояние и изменение компонентов геологической среды. Все карты архивированы в форматах MapInfo и shape-файлов. Для оцифровки, подготовки картографических композиций и печати используются ГИС MapInfo, для проверки топологии - ГИС ArcInfo.

Работа с данными дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) предусматривает систематическое получение, накопление и первичную обработку материалов по исследуемым объектам. В настоящее время ТЦ «Томскгеомониторинг» обладает существенным по объему занимаемой памяти архивом ДДЗ. Архив представляет собой упорядоченный и систематизированный набор космических и аэрофотоснимков различных типов и времени съемки (табл. 1.2.2).

Таблица 1.2.2

Состояние архива ДДЗ в ГУП ТЦ «Томскгеомониторинг»

Тип аппаратуры	Тип съемки	Время съемки	Разрешение снимков	Количество снимков	Примечания
«Ресурс-Ф1», КАТЕ-200	Спектрозональная	1976-1984	-	51	Отсканированы и хранятся на компакт-дисках
«Ресурс-Ф1», КФА-1000	Спектрозональная панхроматическая	1975-1984	-		
«Ресурс-0», МСУ-СК	Многозональная	1999-2000	150 м	14	
«Ресурс-0», МСУ-Э	Многозональная	1998-2000	45 м	67	В основном только 1-й канал
«Landsat 7», ETM+	Многозональная	1999-2000	15 м 30 м 60 м	5	
Цифро-	Цифровая	1999-	-	Около 430	

Тип аппаратуры	Тип съемки	Время съемки	Разрешение снимков	Количество снимков	Примечания
вые аэрофотоснимки Kodak DC 260, Nikon CoolPix 950, Olympus C2500L	аэрофотосъёмка	2001			
Материалы цифровой аэровидеосъёмки камерой Soni DCR VX9000E	Цифровая аэрофотосъёмка	1999-2001	-		

За последние годы архив ДДЗ ГУП ТЦ «Томскгеомониторинг» был пополнен многозональными снимками, полученными с борта российских ИСЗ серии «Ресурс-0» аппаратурой МСУ-Э (разрешение – 45 м) и МСУ – СК (разрешение – 150 м). К сожалению, получение этих снимков прекратилось в связи с выходом из строя последнего ИСЗ серии «Ресурс-0». Архив ДДЗ пополняется материалами цифровой плановой и перспективной аэросъемки аппаратами Nikon Cool Pix 950 и Olympus C2500L, проведенной на участках развития ЭГП, Лугинецком нефтяном месторождении, а также материалами многочасовой аэровидеосъемки цифровой видеокамерой Sony DCR VX9000E для тех же объектов. Координатная привязка цифровой съемки обеспечивалось GPS навигацией с борта самолета. Цифровая аэросъмка для некоторых объектов приобрела статус мониторинговой, так как выполняется периодически на протяжении трех лет. Состояние архива ДДЗ ГУП ТЦ «Томскгеомониторинг» иллюстрируется табл. 1.2.2. Наиболее полно представлены следующие материалы космической съемки: для снимков КАТЭ-200 покрытие территории Томской области 100%, КФА-1000 – около 90%, МСУ-СК и МСУ-Э – 100%. Для остальных снимков имеется частичное покрытие территории, в основном наиболее освоенных юга и юго-востока Томской области.

1.2.2. Состав программных средств при мониторинге

При обработке пространственно распределенных данных используются различные методы (с применением ГИС ArcInfo, ArcView с модулем Spatial Analyst) от самых простых – подсчет и определение положения объектов, построение статистических поверхностей различны-

ми методами интерполяции, сравнение данных одного покрытия с другими и т.д. до сложных – создания картографических моделей изучаемых объектов. ГИС не является полным набором пространственно-аналитических средств. Во многих случаях выполнялось комбинирование инструментов ГИС с программой статистического анализа данных (пакет программ Statistika), средствами для математически сложных вычислений (пакет программ Mathematika), средствами пространственного анализа и объемного математического моделирования геофильтрации и геомиграции (пакет программ Graundwater Modeling System). Большое значение придается развитию методов и методик компьютерной обработки материалов дистанционного зондирования. В настоящее время данные дистанционного зондирования (ДДЗ) все больше применяются при инженерно-геологических, геологических, экологических, гидрологических, гидрогеологических исследованиях, приходя на смену традиционным методам исследований и измерений. Внедрение методов исследований, использующих материалы ДДЗ, происходит в русле широкой интеграции с компьютерными технологиями обработки и анализа пространственных данных. Использование компьютерных технологий обработки материалов ДДЗ позволяет оперативно получать актуальную и корректную информацию, которую можно использовать при:

- актуализации топографических карт (создании и корректировке сетей автодорог, железных дорог, гидрографии, построении ЦМР на основе данных стереосъемки и т.д.);
- геоэкологических исследованиях;
- количественной оценке динамики геологических и инженерно-геологических процессов;
- ландшафтных и геоботанических исследованиях;
- комплексном изучении и картографировании лесов, болот, почв и других компонентов природной среды;
- обнаружении и контроле чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения и др.

Сбор данных с помощью дистанционных методов остается одним из приоритетных направлений работ ГУП ТЦ «Томскгеомониторинг». Для получения ДДЗ с разрешением, достаточным для измерения физических параметров экзогенных процессов, используется цифровая камера Olympus Camedia C2500L. Для фотограмметрической обработки снимков используется рабочее место на основе ПО Photomod Lite 2.5 фирмы «Ракурс», позволяющее обрабатывать отдельные стереотипы как космических снимков, так и снимков, выполненных цифровой камерой Olympus C2500L. Для обработки космических снимков используется ПО фирмы “СканЭкс”: ScanViewer 4.0, ImageTransformer 3.0, а также,

для автоматизированной нейросетевой классификации изображений, NeRIS 2.5.

Продолжается разработка подсистем базы данных. Система управления базами данных MS Access по-прежнему остается основной, но для создания новых подсистем уже используется СУБД Microsoft SOL Server 2000.

Для создания постоянно действующих математических моделей геофильтрации и геомиграции используются программные средства GMS 3.0 (Groundwater Modeling System – Система моделирования подземных вод). GMS является наиболее комплексным пакетом программ, который обеспечен необходимыми инструментами для каждой фазы моделирования подземных вод.

Основным программным средством, применяемым для прогнозирования и статистической обработки данных, служит пакет прикладных программ Statistica, включающий наряду со стандартными методами и средствами статистического анализа модуль «Нейронные сети».

Подготовка текста для информационных изданий выполняется в текстовом редакторе MS Word, табличные материалы – в системе обработки электронных таблиц MS Excel. Оформление отчетных и выходных документов проводится в среде Microsoft Office и др.

В качестве базовой геоинформационной системы (ГИС), позволяющей отображать состояние геологической среды в картографическом виде, используются ГИС-оболочки (Камышев, 1999). ГИС применяются в качестве справочной системы или в качестве среды принятия решений. В первом случае ГИС – это почти всегда готовая карта и набор функциональных запросов. ГИС этого класса преимущественно ориентированы на индивидуальное и бытовое применение. Во втором случае в систему постоянно могут добавляться различные параметры, что даёт возможность моделировать динамические процессы. Такие ГИС устанавливаются, как правило, в региональных ГИС-центрах и используются для работы с архитектурой «клиент – сервер».

На Российском рынке программного обеспечения наиболее распространёнными среди отечественных разработок являются: GEOGRAPH + GEODRAW (ИГ РАН, Москва), Панорама (29 НИИ МО России), Sinteks/Tri, Магистраль, Улисс, MapMaster, MAGMAP. Среди зарубежных разработок лидируют: MapInfo Prof. (США), ArcWiew и ARC/INFO (ESRI, США) WinGIS (PRODIS, Австрия), продукты фирмы Intergraf (США).

ГИС на платформах UNIX и Windows NT ориентированы на использование в задачах второго типа. В их применении есть одна

особенность. Текстовые данные, которыми оперирует организация, должны быть доступны и для других приложений. Это означает, что для доступа к текстовой информации должна использоваться стандартная многопользовательская СУБД и эти данные должны храниться отдельно от ГИС.

Векторная графика хранится достаточно компактно, файлы с растровыми изображениями занимают много места, но они используются только в ГИС, а для управления текстовой информации (соотношение объёма графики-текст для нормально загруженной текстом карты приблизительно 1:10) нужна многопользовательская СУБД, которая рассматривает ГИС в качестве одного из своих клиентов. Приведём характеристики ГИС, работающих под UNIX совместно с СУБД.

TNT-MIPS. На всех платформах она имеет одинаковый интерфейс стандарта OSF/MOTIF. Кроме традиционных реализаций (HP – UX, AIX) ещё и SCO UNIX.

ARC/INFO. В системе используется СУБД оригинальной архитектуры, однако если объём данных превышает 1 Gb, рекомендуется использовать внешнюю СУБД (Oracle 7.0, Informix). Работает как под управлением UNIX и Windows NT, так и под MS-DOS (упрощённая версия).

SPRANS. Работает с внутренней СУБД оригинальной архитектуры, а также в пакетном режиме с многими внешними СУБД (Oracle, Informix, Ingres).

GRADIS. Данная система – один из продуктов в ряду графических систем широкого назначения PROSYS, EVCLID, KONSYS этой же фирмы. Все продукты базируются на одной модели графических данных и используют СУБД Oracle для хранения векторных данных.

Среди ГИС, которые изначально были предназначены для PC, выделяются:

WinGIS. Продукт может использовать сервер SQL Base. Он занимает нишу между приложениями DOS и UNIX. На клиентских станциях работает под управлением Windows 3.1 или Windows 95.

MapInfo. Это многоплатформенный продукт (DOS, Windows, SUN Spars, HP, Macintosh – процент совместимости составляет 95 – 98 %). Расширение возможностей этой программы происходит за счёт написания прикладных приложений на языке программирования Map-Basic (в мире существует более 400 коммерческих приложений и великое множество некоммерческих) в области экологии, земельного кадастра, мониторинга линейных сооружений).

Таким образом, видно, что если в области ГИС для ЗС (на платформах DOS и Windows) уже созданы отечественные разработки, то ГИС на платформах UNIX и Windows NT исключительно иностранные. Однако дешевизна PC позволяет использовать их для вспомогательных ГИС-операций, привлекая PC в качестве рабочих мест подготовки данных для ГИС.

1.3. Классификация видов мониторинга

В последние годы наряду с предложенными классификациями можно остановиться на одной из них (Хуторский и др., 1999), в которой классификация мониторинга окружающей среды проводится по следующим признакам:

1) Классификация по наблюдениям за реакцией составляющей биосферы:

- биологический (биотический);
- геофизический (абиотический);

2) Классификация по факторам и объектам воздействия мониторинга различных сред:

- атмосферы – приземного слоя и верхней атмосферы, атмосферных осадков;
- гидросферы – поверхностных вод (воды рек, озер и водохранилищ), вод океанов и морей, подземных вод
- литосферы, в том числе почвы.

3) Классификация по масштабам воздействия:

- глобальный;
- национальный;
- региональный;
- локальный;
- детальный.

4) Классификация по методам наблюдения:

- спутниковый (дистанционный).

5) Классификация систем и подсистем (мониторинг по Ю.А. Израэлю):

- медико-биологический;
- биологический;
- климатический;
- и варианты: биоэкологический, геоэкологический, биосферный.

В своей монографии М.С. Панин (2002) приводит классификацию мониторинга, опираясь на фундаментальный труд под редакцией

Л.А. Муравья (Экология …, 2000). По объектам наблюдения различают атмосферный, воздушный, водный, почвенный, климатический мониторинг, мониторинг растительности, животного мира, здоровья населения и т.д. Существует классификация мониторинга по факторам, источникам и масштабам воздействия (рис. 1.3.1 и табл. 1.3.1).

Таблица 1.3.1

Классификация систем (подсистем) мониторинга
(Экология …, 2000)

Принцип классификации	Существующие или разрабатываемые системы (подсистемы) мониторинга
Универсальные системы	Глобальный мониторинг (базовый, региональный, импактный уровни), включая фоновый и палеомониторинг. Национальный мониторинг (например: Общегосударственная служба наблюдения и контроля за уровнем загрязнения внешней среды). Межнациональный мониторинг (например: Мониторинг трансграничного переноса загрязняющих веществ).
Реакция основных составляющих биосферы	Геофизический мониторинг. Биологический мониторинг, включая генетический. Экологический мониторинг (включая вышеназванные).
Различные среды	Мониторинг антропогенных изменений (включая загрязнение и реакцию на него) в атмосфере, гидросфере, почве, криосфере и биоте.
Факторы и источники воздействия	Мониторинг источников загрязнения. Ингредиентный мониторинг (например, отдельных загрязняющих веществ, радиоактивных излучений, шумов и т.д.).

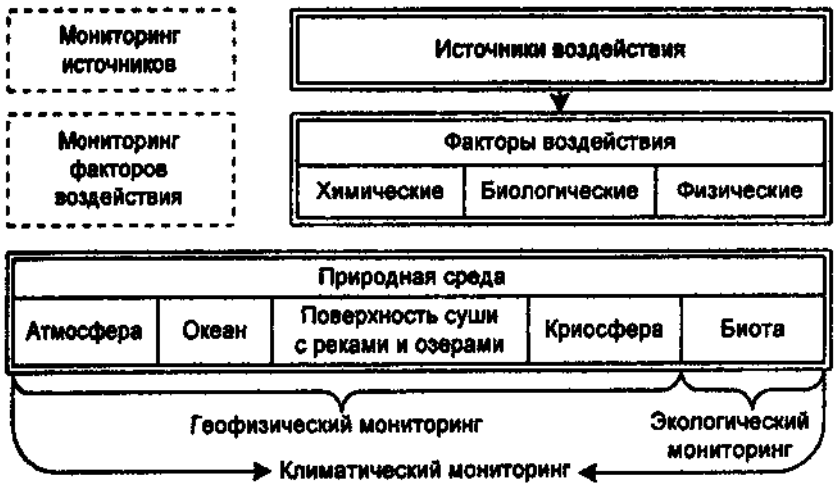


Рис. 1.3.1. Блок схема системы мониторинга (Экология …, 2000)

Острота и глобальность проблемы	Мониторинг океана. Мониторинг озоносферы.
Методы наблюдения	Мониторинг по физическим, химическим и биологическим показателям. Спутниковый мониторинг (дистанционные методы).
Системный подход	Медико-биологический мониторинг. Экологический мониторинг. Климатический мониторинг. Варианты: биоэкологический, геоэкологический, биосферный мониторинг.

Мониторинг факторов воздействия – мониторинг различных химических загрязнителей (ингредиентный мониторинг) и разнообразных природных и физических факторов воздействия (электромагнитное излучение, солнечная радиация, шумовые вибрации). Мониторинг источников загрязнений – мониторинг точечных стационарных источников (заводские трубы), точечных подвижных (транспорт), пространственных (города, поля с внесенными химическими веществами) источников. По масштабам воздействия мониторинг бывает пространственным и временным. По характеру обобщения информации различают следующие системы мониторинга:

- глобальный – слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли, включая все ее экологические компоненты, и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях;
- базовый (фоновый) – слежение за общебиосферными, в основном природными, явлениями без наложения на них региональных антропогенных влияний;
- национальный – мониторинг в масштабе страны;
- региональный – слежение за процессами и явлениями в пределах какого-то региона, где эти процессы и явления могут отличаться и по природному характеру, и по антропогенным воздействиям от базового фона, характерного для всей биосферы;
- локальный – мониторинг воздействия конкретного антропогенного источника;
- импактный – мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных зонах.

Классификация систем мониторинга может основываться и на методах наблюдения (мониторинг по физико-химическим и биологическим показателям, дистанционный мониторинг).

Химический мониторинг – это система наблюдений за химическим составом (природного и антропогенного происхождения) атмо-

сферы, осадков, поверхностных и подземных вод, вод океанов и морей, почв, донных отложений, растительности, животных и контроль за динамикой распространения химических загрязняющих веществ. Глобальной задачей химического мониторинга является определение фактического уровня загрязнения окружающей среды приоритетными высокотоксичными ингредиентами, представленными в таблице 1.3.2.

Таблица 1.3.2

Классификация приоритетных загрязняющих веществ и контроль за их содержанием в различных средах (Экология …, 2000)

Класс приоритетности	Загрязняющие вещества	Среда	Тип программы измерений
1	2	3	4
I	Диоксид серы и взвешенные частицы Радионуклиды (Sr-90, Cs-137)	Воздух Пища	И, Р, Б, Г И, Р
II	Озон ДДТ и другие хлорорганические соединения	Воздух Биота, человек	И, Б И, Р
III	Нитраты, нитриты Оксиды азота	Питьевая вода, пища Воздух	И И
IV	Ртуть и ее соединения Свинец Диоксид углерода	Пища, воздух Воздух, пища Воздух	И, Р И Б
V	Оксид углерода Нефтеуглеводороды	Воздух Морская вода	И Р, Б
VI	Фтористые соединения	Питьевая вода	И
VII	Асбест Мышьяк	Воздух Питьевая вода	И И
VIII	Микротоксины Микробиологическое заражение Реактивные углеводороды	Пища Пища Воздух	И, Р И, Р И

Примечание: И – импактный, Р – региональный, Б – базовый, Г – глобальный.

Физический мониторинг – система наблюдений за влиянием физических процессов и явлений на окружающую среду (наводнения, вулканизм, землетрясения, цунами, засухи, эрозия почв и т.д.).

Биологический мониторинг – мониторинг, осуществляемый с помощью биоиндикаторов (т.е. таких организмов, по наличию, состоянию и поведению которых судят об изменениях в среде).

Экобиохимический мониторинг – мониторинг, базирующийся на оценке двух составляющих окружающей среды (химической и биологической).

Дистанционный мониторинг – в основном авиационный, космический мониторинг с применением летательных аппаратов, оснащенных радиометрической аппаратурой, способной осуществлять активное зондирование изучаемых объектов и регистрацию опытных данных.

Комплексный экологический мониторинг окружающей среды – это организация системы наблюдений за состоянием объектов окружающей природной среды для оценки их фактического уровня загрязнения и предупреждения о создающихся критических ситуациях, вредных для здоровья людей и других живых организмов. При проведении комплексного экологического мониторинга окружающей среды: а) проводится постоянная оценка экологических условий среды обитания человека и биологических объектов (растений, животных, микроорганизмов и т.д.), а также оценка состояния и функциональной целостности экосистем; б) создаются условия для определения корректирующих действий в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются.

1.4. Службы мониторинга

На территории Российской Федерации функционировало ряд служб мониторинга загрязнения природной среды и состояния природных ресурсов среди которых выделяются и выделялись следующие:
1) Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Государственная система мониторинга Росгидромета базируется на сети пунктов режимных наблюдений. По состоянию на начало 1992 года её показатели характеризовались следующими данными.

Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха проводились в 334 городах Российской Федерации, из них регулярно на стационарных постах в 255 городах и посёлках, в большинстве из которых измерялись концентрации от 5 до 25 ингредиентов. Общий объём определений содержания вредных веществ в атмосферном воздухе городов и населённых пунктов за год составляет около 4 млн. проб.

Степень загрязнения почв оценивается по результатам более 30 – 50 тысяч определений из проб, отбираемых в отдельные годы в 300 – 500 хозяйствах.

Загрязнение поверхностных вод суши контролируется по всем основным водотокам и водоёмам. Так, за 1992 г. Отобрано и проанализировано почти 40 тысяч проб воды, выполнено около 950 тыс. определений по 158 гидрохимическим показателям. Гидробиологическими наблюдениями было охвачено 218 водных объектов.

Наблюдения за загрязнением морской среды по гидрохимическим показателям проводят 623 морские станции.

Сеть станций наблюдения транспортного переноса вредных веществ ориентирована на западную границу Российской Федерации. На трёх станциях наблюдения проводится отбор проб на атмосферный аэрозоль, диоксиды серы и азота, а также отбор проб атмосферных осадков.

В настоящее время насчитывается около 40 постов наблюдения системы комплексного мониторинга загрязнения природной среды и состояния лесной растительности, осуществляемого службами Росгидромета и лесного хозяйства.

Система контроля загрязнения снежного покрова на территории России осуществляется на 645 метеостанциях, охватывая площадь 17 млн. км^2. В пробах определялись ионы сульфата, аммония, значения pH, а также бенз(а)пирен и тяжёлые металлы.

Сеть системы глобального атмосферного фонового мониторинга (БАПМОН) состояла из станций трёх типов: базовых, региональных и региональных с расширенной программой.

На территории России шесть станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ) были расположены в биосферных заповедниках. Работала система мониторинга важнейших компонентов атмосферы: озона, диоксида углерода, оптической плотности аэрозоля, химического состава осадков, атмосферно-электрических характеристик.

Наблюдения за этими компонентами входило в обязательную программу исследований в рамках ГСА (глобальной службы атмосферы) БАПМОН, а входящие в них станции являлись частью глобальных международных наблюдательных сетей. Наблюдения за радиационной обстановкой на территории Российской Федерации велись ежедневно. Более чем на 1300 метеостанциях измерялись уровни радиации на местности, на 300 пунктов – уровни радиационных выпадений, а на 50 из них – концентрации). Кроме того, проводились интенсивные работы по обследованию территорий пострадавших после аварии на Чернобыльской АЭС, в том числе подворные обследования в населённых пунктах на территории с плотностью загрязнения более 5 Ки/км^2.

В Росгидромете создана система оперативного выявления и исследования опасных эколого-токсикологических ситуаций, связанных с аварийным загрязнением окружающей природной среды.

2) Комитет Российской Федерации по геологии и использованию недр, а ныне Министерство природных ресурсов России. Наблюдательная сеть бывшего Роскомнедра насчитывала 18 тысяч пунктов наблюдений естественного и нарушенного режимов подземных вод и их химического состава. Данные наблюдений поступали в систему Государственного водного кадастра.

3) Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации

Мониторинг загрязнения почв, растительной продукции, вод и снега тяжёлыми металлами, пестицидами и нитратами в агропромышленном комплексе осуществлялся с 1990 г. на 300 постоянно действующих реперных участках. Кроме того, на 350 стационарных контрольных участках проводились наблюдения за радиационной обстановкой, в которые входило ранее определение коэффициентов перехода радионуклидов из почвы в растения.

В 12 областях, загрязнённых в результате аварии на Чернобыльской АЭС, и в трёх областях по восточно-уральскому следу проводилось сплошное наземное радиологическое обследование сельскохозяйственных угодий, осуществлялся контроль за качеством сельскохозяйственной продукции от поля до перерабатывающего предприятия.

4) Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации. Санитарно-эпидемиологическая служба ежегодно собирала информацию о состоянии окружающей среды в связи с его влиянием на здоровье населения. Так, в 1991 году были исследованы:

- водопроводная вода – более 2 млн. анализов проб;
- поверхностные воды суши – около 90 тысяч анализов;
- почва – более 5 тысяч анализов;
- атмосферный воздух – около 500 тысяч анализов;
- пищевые продукты – более 3,2 млн. анализов;
- источники шума – около 500 тысяч замеров;
- источники вибрации – более 500 тысяч замеров;
- источники электромагнитных и других излучений – более 2 млн. замеров.

Однако эти наблюдения в основном не являлись регламентированными и постоянными. С 1982 года функционировала

автоматизированная государственная система (АГИС «Здоровье»), охватывавшая 80 городов Российской Федерации, на базе которой осуществлялся поиск зависимости заболеваемости населения от уровня загрязнения окружающей среды.

С 1986 года на территории Российской Федерации функционировала унифицированная система санитарно-гигиенического надзора за остаточными количествами пестицидов в пищевых продуктах и продовольственном сырье (УСК «Пестициды).

В настоящее время на примере территории Томской области государственный мониторинг геологической среды осуществляется на региональном, территориальном и объектном (локальном) уровнях. Работы регионального и территориального уровней государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) осуществляет ОГУП ТЦ «Томскгеомониторинг» с использованием государственной опорной наблюдательной сети (ОГНС). В процессе мониторинговых исследований проводится комплекс наблюдений за уровнями и качественным составом подземных вод, развитием опасных экзогенных геологических процессов, сбор и анализ материалов геологоразведочных работ, информации по мониторингу объектного (локального) уровня, а также обобщение всех полученных данных для оценки состояния недр на территории Томской области, подготовки и передачи информации органам государственной власти Томской области, федеральным и территориальным органам МПР РФ.

1.5. Системы автоматического мониторинга

По-видимому, первые автоматические системы слежения за параметрами внешней среды были созданы в военных и космических программах. Известно, что уже в 50-е годы в системе ПВО США использовались семь эшелонов плавающих в Тихом океане автоматических буев, но самая впечатляющая автоматическая система по контролю качества окружающей среды была, несомненно, реализована в «Луноходе».

В настоящее время процесс миниатюризации электронных схем дошёл уже до молекулярного уровня, делая реальным полностью автоматизированные, с всеобъемлющим программным обеспечением, сложные многоцелевые и в то же время компактные, полностью автономные системы слежения за качеством окружающей среды. Их развитие в настоящее время сдерживается не техническими, а прежде всего финансовыми трудностями – они всё ещё стоят очень дорого – и, как ни странно, организационными проблемами многоуровневого

управления такими системами, настолько информативными и потенциально мощными, что их создание и эксплуатация приобретают политическое значение. Можно даже сказать, что социально и психологически общество не готово к использованию таких систем, которые по существу опередили своё время, что в современном обществе скорее является правилом, чем исключением.

Основными структурными блоками современных автоматических систем мониторинга в настоящее время являются:

- датчики параметров окружающей среды – температуры, солёности вод, солнечной радиации, ионной формы металлов в водной среде, концентраций основных загрязнений атмосферы и вод, включая СПАВ, гербициды, инсектициды, фенолы, гексахлорциклогексаны (пестициды), бенз(а)пирены и др.;
- датчики биологических параметров – прироста древесины, проективного покрытия растительности, гумуса почв и др.;
- автономное электропитание на основе совершенных аккумуляторов или солнечных батарей, прогресс в разработке которых также был обеспечен в течение последних 20-30 лет щедрым финансированием космических программ;
- миниатюризированные радиопередающие и радиоприёмные системы, действующие на относительно короткое расстояние – 10 – 15 км;
- компактные радиостанции, передающие на сотни и тысячи километров;
- системы спутниковой связи;
- современная вычислительная техника;
- программное обеспечение ЭВМ.

В качестве простейшей автоматизированной системы слежения за параметрами окружающей среды приведём пример системы «Радуга», разработанной ассоциацией по решению экологических проблем г. Выборга.

Система мониторинга экологического состояния водной среды «Радуга» предназначена для измерения параметров водной среды, первичной обработки данных и передачи информации по радиоканалу, обработки и хранения информации в ЭВМ, выдачи результатов измерений в графическом и табличном вариантах на дисплей или принтер.

Система позволяет оперативно следить за состоянием водной среды, обеспечивает качественный мониторинг при проведении работ по восстановлению нормального экологического и санитарного

состояния водоёмов. Она может быть применена для контроля химического состава промышленных сточных вод, для слежения за соблюдением уровней ПДК, а также для контроля требуемого качества технологических вод в различных производственных процессах. Применение данной системы в этом её последнем качестве на промышленном предприятии по расчётам, позволит сэкономить сырьё и химикаты на сумму, составляющую до 20 % их первоначальной стоимости. Таким образом, «Радуга» улучшает технико-экономические показатели производства, а введение в программное обеспечение расчёта ущерба, наносимого данным предприятием природе и человеку, делает наглядной ту ответственность, которую несёт каждый работающий на предприятии, и поднимает культуру производства.

Серийно выпускаемое в настоящее время подобное оборудование производит измерение четырёх – шести параметров с помощью одной головки, погруженной в контролируемую среду, с выдачей полученных показаний на цифровом индикаторе, с записью в память прибора.

Преимущества системы «Радуга» состоят в следующем. Одна приёмная станция обслуживает до 16 автоматических передающих станций. К одной передающей станции возможно подключение 16 датчиков. Таким образом, система «Радуга» может измерять в автоматическом режиме до 256 параметров. Использование передачи данных по радиоканалу позволяет существенно увеличить расстояние от передающих станций до приёмной. Возможно накопление и хранение получаемой информации в контроллере приёмной станции в течение суток с последующей передачей в сжатом (архивированном) виде в ЭВМ для последующей обработки: представление результатов измерений в графическом или табличном виде на дисплее с последующей печатью на принтере.

Система «Радуга» работает круглосуточно в автоматическом режиме с передачей данных из контролёра в ЭВМ один раз в сутки. Цикл опроса каждого датчика задаётся в интервале от 1 часа до суток. Таким образом, данная система может служить «сторожем», фиксируя залповые, аварийные сбросы, обычно скрываемые предприятиями, которые приурочивают их, как правило, к ночному времени с воскресенья на понедельник.

Требования к датчикам универсальные – преобразование сигнала в электрический импульс, доступный стандартной обработке. В настоящее время в качестве датчиков могут использоваться все ионселективные электроды, дающие показатели насыщения водородом, кислородом, ионами хлора, брома, йода, нитратов, аммонийного азота,

сульфатов, сульфитов, тиосульфатов, меркопантов, фосфатов и ряда тяжёлых металлов.

На примере Томской области рассмотрим автоматизированную систему контроля радиационной обстановки (АСКРО). Целью создания АСКРО является обеспечение органов государственного управления и населения оперативной информацией о радиационной обстановке в 30-километровой зоне Сибирского химического комбината. Инициаторами создания АСКРО Томской области являются Госкомэкологии и Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ТЦ ГСМ), финансирование осуществлялось из средств, выделенный Правительством Российской Федерации на ликвидацию последствий аварии на СХК 6 апреля 1993 года. Разработку АСКРО осуществили сотрудники НТЦ «РИОН» НПО «Радиевый институт им. В.Г.Хлопина» (г.Санкт-Петербург), монтаж сотрудники ТЦ ГСМ и Госкомэкологии. Эксплуатацию АСКРО осуществляет ТЦ ГСМ (ответственный – начальник отдела радиационной безопасности).

Первая очередь АСКРО смонтирована и сдана в эксплуатацию в первом квартале 1995 года. В это время были получены первые результата (табл. 1.5.1).

Таблица 1.5.1

Сводка измерений мощности экспозиционной дозы по всем постам АСКРО
(начало измерений 05.06.95 г. 10:17 - конец измерений 06.06.95 г. 10:17)

№ поста	Нас. пункт	Уровень гамма-фона сред., мкР/ч	Уровень гамма-фона макс., мкР/ч	Время макс. Уровня гамма-фона
01	Наумовка	9.7	11,2	05.06.95 10:39
02	Самусь	10,4	12,9	05.06.95 12:33
03	Губино	9,9	12,9	05.06.95 14:01
04	Зоркальцево	10,8	13,4	05.06.95 14:07
05	Георгиевка	Повреждение телефонной линии		
06	Моряковка	8,6	10,6	05.06.95 14:12
07	Малиновка	12,8	16,2	05.06.95 14:39
08	Южная ГМС	10,6	12,9	05.06.95 14:24
09	ГМЦентр	13,3	14,6	05.06.95 10:38
10	Светлый	14,3	16,8	05.06.95 14:23

Примечание: Сводка составлена 06.06.95 г. начальником отдела радиационного контроля Госкомэкологии Томской области Ю.Г. Зубковым

Монтаж и запуск основной части второй очереди проведен в конце 1996 и частично в первой половине 1997 годов. АСКРО

выполнено по радиально узловому принципу и содержит следующие функциональные узлы:

- три центра сбора и обработки информации (ЦСОИ), работающие независимо друг от друга, из них первый размещен в ТЦ ГМС, второй в службе ГО и ЧС г. Северска, третий в Госкомэкологии (отделе радиационного контроля).

- распределенную измерительную сеть из 25 постов контроля (рис. 1.5.1). К настоящему времени установлены 25 постов радиационного контроля, независимо работающие на три центра сбора информации. Посты расположены в следующих населенных пунктах: Дзержинский, Зоркальцево, Губино, Моряковка, Самусь, Георгиевка, Наумовка, Малиновка, Светлый, комплекс очистный сооружений (ТНХК), ТНХК, учебно - исследовательский ядерный реактор ТПУ, г.Северск - 9 постов, г.Томск - 4 поста (речпорт, пл. Южная, Иркутский тракт, ул. Смирнова (АРЗ)).

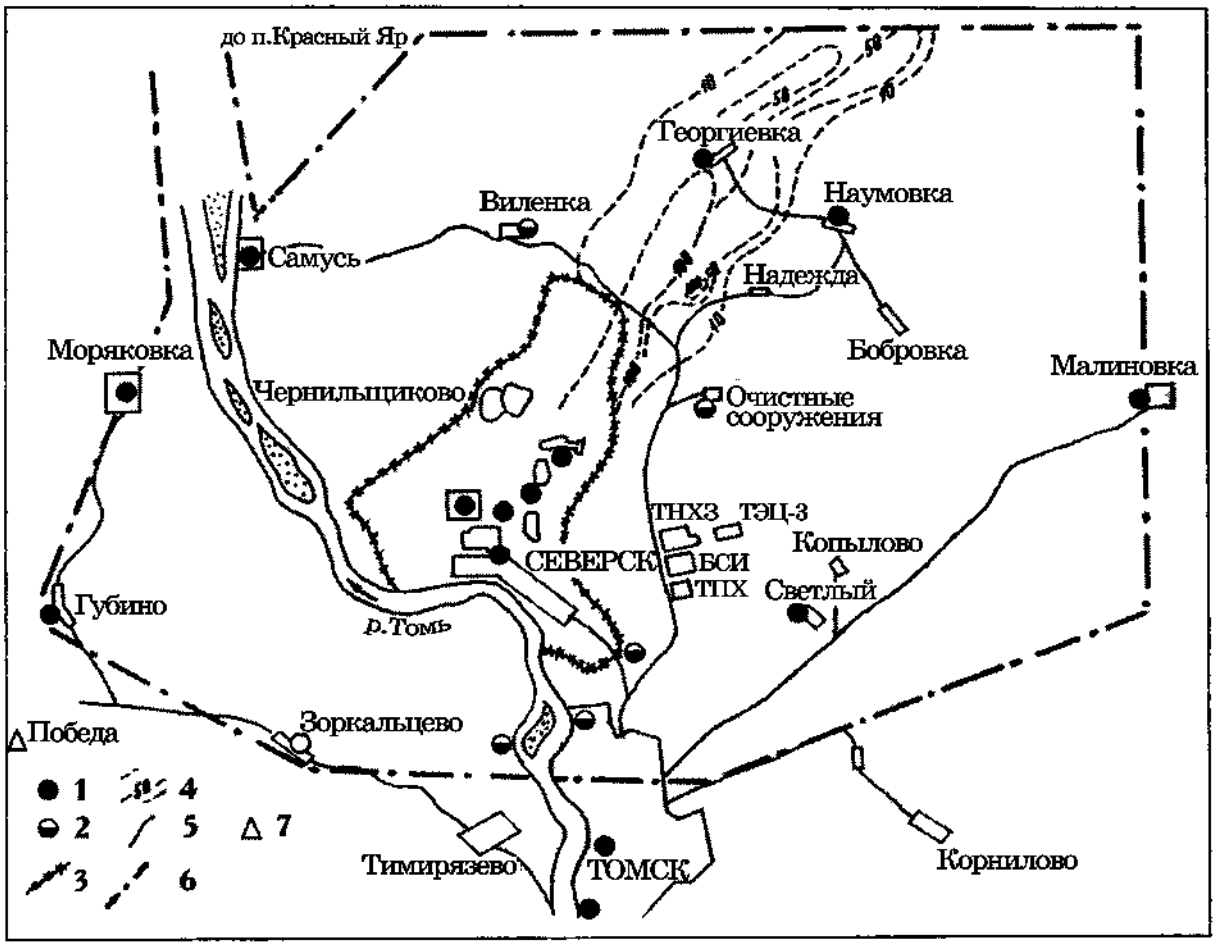


Рис. 1.5.1. Карта-схема расположения постов автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО) (Экологический…, 1998)
1 – действующий пост; 2 – планируемый пост; 3 – границы СХК; 4 – след радиоактивного загрязнения местности после аварии на СХК 06.04.93 г., цифры – мощность экспозиционной дозы, мкР/ч; 5 – основные дороги; 6 – зона наблюдения СХК; 7 – контрольный пункт (фоновый для СХК).

Связь между ЦСОИ и постами контроля осуществляется по коммутируемым телефонным линиям. Посты контроля г.Северска подключены к ведомственной телефонной сети, не имеющей прямого выхода в г. Томск, что создает определенные трудности при получении информации. Разработчиком АСКРО в конце 1997 года установлено новое программное обеспечение, которое позволяет организовать обмен информацией между центрами сбора, используя котроллеры, входящие в состав аппаратурного обеспечения ЦСОИ. Таким образом, появилась возможность обмена данным между ЦСОИ г. Томска и г. Северска.

Каждый пост измеряет мощность экспозиционной дозы гамма-излучения через определенные промежутки времени (одна, две, четыре

или восемь). Запоминает измерение значения и передает их в центр один или несколько раз в сутки по установленной программе, или по запросу оператора. В случае ухудшения радиационной обстановки и превышения установленного значения МЭД (30 мкР/час), пост самостоятельно выходит на связь с центром и включает специальный сигнал, который отключается только после снятия показаний дежурным оператором. Кроме того, может сообщить о выходе из строя (детектирующего блока), о несанкционированном доступе, об обрыве кабеля (соединяющего детектор с устройством сбора и подготовки данных (УСПД)) и прочих неполадках в системе поста.

АСКРО имеет возможность расширения своих функций за счет подключения к постам датчиков химического загрязнения воздуха, что предусмотрено планом развития системы. В дальнейшем АСКРО всех областей составят Единую государственную систему контроля радиационной обстановки (ЕГАСКРО) на территории Российской Федерации; аппаратные и программные средства АСКРО Томской области совместимы с техническим заданием по ЕГАСКРО.

В исполнении Постановления правительства Российской Федерации от 2.10.95 года № 1085 для обеспечения требований нормативных правовых документов: «Об использовании атомной энергии», « О радиационной безопасности населений», «Об охране окружающей природной среды», «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» на территории России должна была создана Единая автоматизированная система контроля радиационной обстановки (ЕГАСКРО). Государственным заказчиком-координатором работ по созданию, развитию и обеспечению функционирования ЕГАСКРО в целом является Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей природной среды. В соответствии с федеральной целевой программой (ФЦП) «Создание Единой государственной автоматизированной системы контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации» система должна быть создана в 1997-2002 годах в два этапа.

Первый этап (1997-1999 годы) предусматривал создание первой очереди системы, обеспечивающей автоматизированный контроль радиационной обстановки на основных радиационно-опасных объектах, в зонах их размещения, а также на территориях, загрязненных в результате радиационных аварий. Второй этап (2000-2002 годы) пред-полагал завершение создания подсистем и служб ЕГАСКРО и системы в целом, реализующих все функции, предусмотренные ФЦП.

Сроки выполнения этапов работ изменены в связи с объемами финансовых средств, направляемых на реализацию указанной ФЦП из федерального бюджета и других источников финансирования.

В настоящее время наиболее развиты системы контроля радиационной обстановки имеют Росгидромет, Минатом России, Минобороны России, Минздрав и Минсельхозпром России. Система радиационного мониторинга и лабораторного контроля Росгидромета осуществляет наблюдения за уровнями радиоактивного загрязнения объектов природной среды – почвы, атмосферного воздуха, поверхностных вод. В нее входит стационарная сеть из примерно 1400 метеостанций и постов, оснащенных приборами для определения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, около 500 пунктов отбора проб для измерения суммарной бета-активности и свыше 150 пунктов отбора проб атмосферных осадков и воды в основных водоемах. Действуют около 50 лабораторий, осуществляющих лабораторный анализ на гамма - и бета-активность и территорий в случае аварий на радиационно-опасных объектах (РОО). Радиационный контроль в системе Минатома России осуществляется объектами системами контроля, функционирующих на всех радиационно-опасных объектах отрасли. Основными задачами этих систем является обнаружение возможных утечек радиоактивных продуктов в звеньях технологического цикла, контроль дозовых уровней в рабочих помещениях, информационное обеспечение мероприятий по соблюдению норм радиационной безопасности, контроль сбросов и выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду. Функционируют объектовые службы внешней дозиметрии, осуществляющие регулярные наблюдения за уровнями радиоактивного загрязнения объектов природной среды на территориях санитарно-защитных зон (СЗЗ) и зон наблюдения РОО. На ряде объектов оборудованы автоматизированные системы контроля мощности дозы, функционирующие в непрерывном режиме, проводятся работы по их совершенствованию.

На объектах Минобороны России радиационный контроль осуществляется специально подготовленными подразделениями, оснащенными необходимыми техническими средствами радиационной разведки. Измерения проводятся в автоматизированном и неавтоматизированном режиме. В настоящее время ведутся работы по созданию автоматизированной системы «Верея». Разработана организационно-функциональная структура системы и создан опытный участок первой очереди. Система «Верея» состоит из подсистем видов Вооруженных сил и подсистем военных округов (флотов). В каждой из

территориальных зон ответственности в пределах округа действует сеть лабораторного контроля, обеспечивающая своевременную доставку проб от средств разведки в специальные лаборатории и их анализ. Информация от всех объектов в пределах военного округа в установленном порядке передается в пункты управления соответствующих зон ответственности и по подчиненности. В этих пунктах информация обобщается, после чего передается непосредственно на пункт управления подсистемы военных округов, а затем в оперативно-координационный центр системы.

В Минздраве, контроль за радиационным благополучием населения осуществляют около 230 радиологических подразделений территориальных центров службы Госсанэпиднадзора, оснащенных лабораторным оборудованием для проведения радиометрических, дозиметрических и спектрометрических исследований. Контролируется содержание радиоактивных веществ, в продуктах питания и в среде обитания человека. Осуществляется контроль за сохранностью и безопасным использованием источников ионизирующих излучений, а также выборочный контроль и оценка доз облучения персонала объектов и населения. На особо радиационно-опасных объектах и прилегающим к ним территориям контроль облучения обеспечивается силами специальной службы медицинско-санитарного обеспечения, находящегося в ведении Федерального управления медико-биологических и экстремальных проблем пи Минздраве России. В состав этой службы входит около 100 медико-санитарных частей и санитарно-эпидемиологических станций. Которые функционируют и осуществляют контроль облучения населения в районах размещения РОО.

Служба радиологического контроля Минсельхозпрома включает в себя государственную агрохимическую и ветеринарную службы. Первая силами радиологических отделов свыше 100 центров и станции агрохимслужбы и 7 центров агрохимрадиологии осуществляет контроль почв сельскохозяйственных угодий, продукции растениеводства, кормов и удобрений. Вторая силами 80 радиологических отделов ветеринарных лабораторий субъектов Российской Федерации, 1200 районных межрайонных лабораторий, 1500 лабораторий ветсанэкспертизы на рынках, а также производственных ветеринарных лабораторий перерабатывающих предприятий осуществляют надзор за соблюдением ветеринарно-санитарных правил при производстве, переработке, хранении, транспортировке животноводческой продукции и при продаже сельхоз продукции на рынках. Более чем на 1700 контрольных участках и 400

контрольных пунктах распределенных по всей территории России проводятся систематические радиологические измерения. Ежегодно проводится свыше 1 млн. радиометрических. Спектрометрических и радиохимических исследований и свыше 4 млн. измерений уровней гамма-фона.

В системе бывшего Госкомэкологии России функции радиационно-экологического контроля были возложены на территориальные комитеты по охране окружающей среды и на Федеральный центр радиационно-экологического наблюдения и контроля. Специальные радиационно-экологические подразделения (отделы, группы), созданные примерно в половине территориальных комитетов, осуществляют контроль за сбросами и выбросами радиоактивных веществ и систематические наблюдения за их содержанием в объектах среды вблизи наиболее крупных РОО. Совместно с Минатомом России создана и функционирует система автоматизированного контроля радиационной обстановки в зонах наблюдения Смоленской и Нововоронежской АЭС.

На всей территории страны действует сеть наблюдения и лабораторного контроля руководимая МЧС России. В чрезвычайной ситуации в нее включаются подразделения контроля радиационной обстановки вышеперечисленных и некоторых других министерств и ведомств (МПР России, Рослесхоз и др.). В целом она насчитывает свыше 40 специализированных научно-исследовательских организаций и около 1000 лабораторий местного уровня различной ведомственной принадлежности. Поступающая из этой сети информация используется для принятия решений органами управления МЧС России, в рамках которого Действует автоматизированная информационно-управляющая система для обеспечения деятельности Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях.

Основными недостатками действующих систем и служб контроля радиационной обстановки являются низкая оперативность получения, обобщения информации о параметрах радиационной обстановки, отсутствие необходимой координации в функционировании этих систем, методическая и метрологическая разобщенность, а также информационные барьеры, препятствующие комплексной оценке всей совокупности данных измерений. Существующая система контроля радиационной обстановки в настоящее время не является единым целым ни в организационном, ни в техническом, ни в методическом планах. Данные, получаемые различными системами и службами нередко дублируют друг друга и обычно трудно сопоставимы.

Очень слабо проработаны вопросы автоматизации процедур принятия решений в области управления радиационной безопасности, из-за чего получаемая информация о реальной и прогнозируемой обстановке используется с опозданием и неэффективно. Настоящая организация контроля радиационной обстановки и информационной поддержки принятия решений не вполне отвечает требованиям действующего законодательства в области обеспечения экологической и радиационной безопасности. В частности с введением в действие закона «О радиационной безопасности населения» существенно повышены полномочия органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в обеспечении радиационной безопасности населения, в том числе в части организации контроля радиационной обстановки и информирования населения о ее состоянии, однако надежные инструменты для этих полномочий в субъектах Российской Федерации пока не созданы.

Как показывает опыт работы большинства стран с развитой атомной энергетикой и широким применением радиационных технологий, оптимальный путь организации качественного много многопараметрического контроля радиационной обстановки состоит в развитии и объединении существующих служб и сетей радиационного контроля и мониторинга в единую государственную систему и внедрение в максимально возможной степени автоматизированных средств измерения, передачи и анализа измерительной информации.

Система ЕГАСКРО создается в целях совершенствования геосударственного контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации и приведение его в соответствие с требованиями дейтсвующего законодательства в области обеспечения радиационной безопасности, оперативному обеспечению органов управления и надзора в области радиационной безопасности, а также населения достоверной информацией о текущем и ожидаемом состоянии радиационной обстановки, фактах, характере, масштабах и последствиях ее ухудшения.

ЕГАСКРО создается как интегрированная информационно-измерительная система контроля, способная обеспечивать выявления всех гигиенически и экологически значимых ухудшений радиационной обстановки, осуществлять оценку и прогнозирование ее ухудшения на территории Российской Федерации, вырабатывать рекомендации для соответсвующих органов управления в области обеспечения радиационной безопасности.

Система создается путем объединения на информационном уровне существующих систем и служб контроля радиационной

обстановки в единую государственную систему, их совершенствования и дополнения новыми компанентами. Объединение должно осуществляться на основе общего нормативно-правового, методического, метрологического, математического, программного обеспечения и совместимости технических средств.

При использовании систем максимально должны учитываться научно-технические разработки, готовые технические средства, а также типовые (базовые) технические и программные средства сбора, передачи, обработки и хранения информации во всех звеньях системы.

ЕГАСКРО должна создаваться путем поэтапного наращивания функциональных и технических возможностей (создания фрагментов подсистем, опытных зон и участков) как информационно открытая система, допускающая дальнейшее развитие с целью обеспечения контроля химического и биологического загрязнения окружающей среды, а также возможность организации взаимодействия с другими государственными информационно-измерительными системами в области контроля состояния окружающей среды.

Принципы и порядок информационного объединения и взаимодействия подсистем ЕГАСКРО между собой должны быть определены в «Положение о ЕГАСКРО», «Положение об информационном обмене в ЕГАСКРО» и других межведостственных документах, составляющих нормативную правовую базу функционирования ЕГАСКРО.

Автоматизируются следующие процедуры и процессы при эксплуатации ЕГАСКРО:

- контроль сбросов и выбросов радиактивных веществ, изменение параметров радиационной обстановки на РОО и в зонах их наблюдения, включая характеристики загрязнения природной среды, среды обитания человека и дозы облучения;
- измерение параметров радиационной обстановки в населенных пунктах на радиоактивно загрязненных территориях, а также на территориях потециального подверженных радиактивному воздействию;
- измерение параметров загрязнения почвы, атмосферного воздуха, поверхностных вод;
- сбор информации об измеряемых величинах;
- комплексный анализ радиационной обстановки, прогнозирования ее изменения и выработка рекомендаций по принятию управленческих решений;
- сигнализация об отклонении измеренных или расчетных параметров от установленных контрольных уровней;

- подготовка и представление данных анализа и прогноза радиационной обстановки для всей территории страны, отдельных ее регионов и РОО, в том числе данных о дозах облучения для различных групп населения, с использованием современных методов и средств отображения данных;

- документирование, архивация получаемой входной информации, результатов ее комплексной обработки;

- информационный обмен между подсистемами и службами в составе ЕГАСКРО и другими взаимодействующими информационными системами.

ЕГАСКРО должна функционировать в непрерывном режиме как в условиях нормальной работы РОО и нормальной радиационно-экологической ситуации, так и в условиях радиационных аварий и инциндентов.

Технические средства ЕГАСКРО должны проектироваться и устанавливаться в расчете на длительное функционирование в условиях различных климатических зон, характерных для территории Российской Федерации и прилегающих акваторий, а также с учетом возможных экстремальных нагрузок и загрязнения радиактивными веществами в условиях радиационной аварии.

ЕГАСКРО должна иметь следующие средние показатели надежности технических средств:

- наработка на отказ на менее 10 000 часов;

- коэффициент готовности не ниже 0,9 (без учета коэффициентов готовности коммутируемых каналов связи;

- срок службы 10 лет;

- время восстановления при отказе не более 6 часов;

Под отказом системы понимается снижение уровня показателей решения задачи на 5-10% от номинального с вероятностью 0,85 по каждой из целевых задач.

В системе должен быть обеспечен автоматический поиск и восстановление сбоев, вызванных различными видами воздействий, в т.ч. воздействий ионизирующих и электромагнитных излучений.

Основная терминология на английском языке

(для составления терминологии использованы материалы С.В. Клубова, Л.Л Прозорова, 1994)

Биосфера - Biosphere, organic sphere
Биосферные заповедники - Biosphere reserves

Географическая оболочка Земли - Geographical shell
Геология - Geology
Геолого-промышленная система - Geological-and-industrial system
Геосферы (оболочки) Земли - Geospheres (shells) of the earth
Гидросфера – Hydrosphere
Горные породы - Rocks
Заказник - Preserve
Заповедник - Preserve, reservation, reserve
Компонент природной среды - Environmental component
Литомониторинг - Lithomonitorig
Литосфера - Lithosphere
Лицензия на разработку полезных ископаемых - Licence for mineral mining
Мониторинг - Monitoring
Недра (земли) - Earths interior
Ноосфера - Noosphere
Объекты природно-хозяйственные - Active land tracts
Объект природопользования - Land tract (parcel)
Объект рекреационный - Recreation site
Окружающая среда - Environment
Охрана недр - Of earths interior conservation
Охрана окружающей среды человека - Environmental protection, protection of a human environment
Оценка экологическая - Ecological evaluation
Педосфера – Pedosphere
Проблема глобальная - World-wide problem
Проблема экологическая - Environmental problem
Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) - United nation environment program (UNEP)
Ресурсы - Resources, reserves
Среда - medium, environment, surroundings
Среда геологическая - Geological environment
Среда окружающая человека - Human environment
Среда природная - Nature environment
Техногенез – Technogenesis (of Landscape)
Техносфера - Technosphere
Токсичность - Toxicity
Фактор абиотический (абиогенный) - Abiotic factor
Фактор антропогенный - Anthropogenic factor (agent, agencie)
Фактор техногенный - Man-induced factor
Фактор экологический - Ecological factor

Экологическая экспертиза - Environmental impact assessement, ecological revision
Экология - Ecology, bionomics
Экосистема - Ecosystem
Явление антропогенное - Anthropogenic phenomenon
Явление природно-антропогенное - Natural-anthropogenic phenomenon

Глава 2. Критерии оценки состояния природных сред

Оценка состояния и изменения окружающей среды природной среды является одной из важнейших функций геоэкологического мониторинга. Оценка предполагает сравнение фактического или прогнозируемого состояния среды с заранее определенными критериями. В качестве критериев могут выступать показатели исходного состояния наблюдаемых компонентов и комплексов, характеристики так называемых объектов-эталонов (фоновые характеристики), но чаще всего в этом качестве используются различные нормативные показатели, характеризующие меру возможного воздействия человека на природу.

В настоящее время в практике мониторинговых наблюдений используются следующие основные группы нормативных показателей – санитарно-гигиенические и экологические.

2.1. Санитарно-гигиенические показатели

Санитарно-гигиенические показатели устанавливаются исходя из требований экологической безопасности населения. К ним в первую очередь следует отнести нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе, воде, почвах и продуктах питания, а также нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ) в воздух и водоемы. ПДК – это максимальная концентрация веществ, не влияющая негативно на здоровье людей настоящего и последующих поколений при воздействии на организм человека в течение всей его жизни. ПДВ называют максимальный объем веществ в единицу времени, который не ведет к превышению их ПДК в сфере влияния источника загрязнения. В настоящее время насчитывается большое число нормативов допустимого содержания веществ и энергии различного происхождения, Только ПДК для химических веществ установлено в воде водоемов около 1500. В атмосферном воздухе – более 450, в почве – более 100. При наличии столь внушительного числа показателей ПДК возникает необходимость определения перечня наиболее представительных веществ, подлежащих контролю в процессе мониторинга.

2.1.1. ПДК в воздушной среде

$ПДК_{р.з.}$ - предельно допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м^3. Это концентрация при ежедневной (кроме выходных дней) работе в пределах 8 часов или другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, в течение всего рабочего стажа не

должна вызывать в состоянии здоровья настоящего и последующих поколений заболеваний или отклонений, обнаруживаемых современными методами исследования. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

ПДК$_{м.р.}$ - предельно допустимая максимальная разовая концентрация вещества в воздухе населенных мест мг/м^3. Эта концентрация при вдыхании в течение 20 минут не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека.

ПДК$_{с.с.}$ - предельно допустимая среднесуточная концентрация токсичного вещества в воздухе населенных мест, мг/м^3 . Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неограниченно продолжительном вдыхании.

В настоящее время действуют «ПДК вредных газов, паров и аэрозолей в воздухе рабочей зоны», установленные для 445 загрязняющих веществ, и «ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест», включающие 109 загрязняющих веществ, наиболее распространенные из которых приведены в табл. 2.1.1.

Таблица 2.1.1

Предельно допустимые концентрации некоторых загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов (мг/м^3) (ГН 2.1.6.695-98)

Загрязняющее вещество	**ПДК$_{с.с.}$**	**ПДК$_{м.р.}$**
Основные		
Твердые (пыль)	0,15	0,5
Диоксид серы	0,05	0,5
Диоксид азота	0,04	0,85
Оксид азота	0,06	0,4
Оксид углерода	3,0	5,0

Специфические		
Аммиак	0,04	0,2
Хлористый	0,2	0,2
Сероуглерод	0,005	0,03
Бенз(а)пирен	0,0001	-
Фенол	0,003	0,01
Формальдегид	0,003	0,035
Фтористый водород	0,005	0,02
Кадмия оксид	0,001	-
Ртуть	0,0003	-
Свинец	0,0003	-
Ванадия оксид	0,002	-
Марганца оксид	0,001	-
Медь	0,002	-
Никель	0,001	0,003
Мышьяк	0,003	-
Цинк	0,05	-
Хрома оксид	0,0015	0,0015

В настоящее время утверждены нормативы ПДК некоторых радиоактивных веществ в воздушной и водной средах (табл. 2.1.2).

Таблица 2.1.2

ПДК радиоактивных веществ в природных объектах
(НРБ-99. СП 2.6.1.758-99)

Радиоактивный изотоп	Воздух рабочих помещений, Бк/м^3	Вода открытых водоемов, Бк/л
Уран	$0,05*10^{10}$	$0,19*10^{10}$
Фосфор-32	3,7	$3,7*10^2$
Сера-35	3,7*10	$18,5*10^4$
Кобальт-60	$18,5*0^{-1}$	18,5*10
Стронций-90	$18,5*10^{-2}$	18,5

Установлено, что для канцерогенных веществ и ионизирующей радиации не существует нижних пределов безопасности, любое их количество, превышающее природный фон, опасно для живых организмов, если не непосредственно, то генетически, в цепи последующих поколений.

В настоящее время ожесточились требования к содержанию токсичных веществ в дымовых газах, образующихся при сжигании отходов и ископаемых твердых топлив. В табл. 2.1.3 приведены нормативы, действующие в большинстве стран Европы.

Таблица 2.1.3

Предельное содержание вредных веществ в дымовых газах
(в пересчете на газ, содержащий 11% (по объему) кислорода при н. у.)
(Манелис и др., 2000)

Вещества	Предельное содержание, мг/м^3	Вещества	Предельное содержание, мг/м^3
NO_x	200	HF	1
SO_2	50	сумма Cd, Te	0,05
CO	50	Hg	0,05
HCl	10	Тяжелые металлы*	0,5
Пыль	10	ПХДД**	$1x10^{-7}$
CH_x	10		

* Сумма Sb, As, Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, V, Sn.
** Полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураты (токсический эквивалент).

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе устанавливают, как правило, экспериментально, с использованием подопытных животных.

$ЛК_{50}$ – летальная концентрация вещества, вызывающая при вдыхании гибель 50% подопытных животных, мг/л. Значения $ЛК_{50}$ выражают также в миллиграмм-молях на литр (ммоль/л).

$ПК_{ост}$ – пороговая концентрация острого действия, установленная на лабораторных животных при однократном ингаляционном воздействии, мг/л.

$ПК_{хр}$ – Пороговая концентрация хронического действия, установленная на лабораторных животных при длительном ингаляционном воздействии по 6 ч ежедневно, мг/л.

Установление ПДК каждого отдельного вещества требует продолжительных экспериментальных исследований, тогда как новые химические соединения и их комбинации получают, синтезируют и внедряют в производство значительно быстрее. Для устранения этого разрыва во времени используют расчетные методы определения ПДК, которые позволяют прогнозировать токсическое действие химических соединений, исходя из физико-химических характеристики результатов простейших токсикологических исследований. Для многих веществ, загрязняющих воздух, ориентировочные значения ПДК, рассчитанные с помощью регрессионного анализа, оказались весьма близки к нормативным, определенным экспериментально (Панин, 2002).

2.1.2. ПДК в водной среде

- **$ПДК_{в}$ –** предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, мг/л. Эта концентрация не должа оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей жизни, а также на здоровье последующих поколений, и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.
- **$ПДК_{в.р.}$ –** Предельно допустимая концентрация вещества в воде водоёма, используемого для рыбохозяйственных целей, мг/л.

Оценка качества водных экосистем основана на нормативных и директивных документах, использующих прямые гидрогеохимические оценки. В табл. 2.4 в качестве примера приведены критерии оценки химического загрязнения поверхностных вод.

Для воды установлены предельно допустимые концентрации более чем 960 химических соединений, которые объедееинены в три группы по следующим лимитирующим показателям вредности (ЛПВ): санитарно-токсикологическому (с.-т.); общесанитарному (общ.); органолептическому (орг.).

ПДК некоторых вредных веществ в водной среде представлены в табл. 2.1.4.

Самые высокие требования предъявляются к питьевой воде. Государственный стандарт на воду, используемую для питья и в пищевой промышленности (СанПиН 2.1.4.1074-01), определяет благоприятные для человека органолептические показатели воды: вкус, запах, цвет, прозрачность, а также безвредность её химического состава и эпидемиологическую безопасность.

Таблица 2.1.4

ПДК вредных веществ в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, мг/л
(ГН 2.1.5.689-98)

Вещества	ЛПВ	ПДК
1	2	3
Алюминий	С.-т.	0,5
Алюминия оксихлорид	Орг.	1,5
Аммиак (по азоту)	С.-т.	2
Анилин	С.-т.	0,1
Ацетон	Общ.	2,2
Ацетофенон	С.-т.	0,1
Бенз(а)пирен	С.-т.	0,000005
Бензин	Орг.	0,1
Бензол	С.-т.	0,5
Бериллий	С.-т.	0,0002

Вещества	ЛПВ	ПДК
1	2	3
Бор	С.-т.	0,5
Бром	С.-т.	0,2
Висмут	С.-т.	0,1
Гексахлорбензол	С.-т.	0,05
Диметиламин	С.-т.	0,1
Дифтордихлорметан (фреон)	С.-т.	10
Диэтиловый эфир	Орг.	0,3
Железо	Орг.	0,3
Изопрен	Орг.	0,005
Кадмий	С.-т.	0,001
Карбофос	Орг.	0,05
Керосин:		
Окисленный	Орг.	0,01
Осветительный (ГОСТ 4753-68)	Орг.	0,05
Технический	Орг.	0,001
Кислота:		
Бензойная	Общ.	0,6
Дифенилуксусная	Общ.	0,5
Масляная	Общ.	0,7
Муравьиная	Общ.	3,5
Уксусная	Общ.	1,2
Кислоты жирные синтетические C_5-C_{20}	Общ.	0,1
Марганец	Орг.	0,1
Медь	Орг.	1
Метанол	С-т.	3
Молибден	С-т.	0,25
Мочевина	Общ.	1
Нафталин	Орг.	0,01
Нефть:		
Многосернистая	Орг.	0,1
Прочная	Орг.	0,3
Нитраты по:		
NO_3^-	С-т.	45
NO_2^-	С-т.	3,3
Полиэтиленамин	С-т.	0,1
Тиоцианаты	С-т.	0,1
Ртуть	С-т.	0,0005
Свинец	С-т.	0,03
Сероуглерод	Орг.	1
Скипидар	Орг.	0,2
Сульфиды	Общ.	Отсутствие
Тетраэтилсвинец	С-т.	Отсутствие
Трибутилфосфат	Общ.	0,01

Вещества	ЛПВ	ПДК
1	2	3
Формальдегид	С-т.	0,05
Фосфор элементный	С-т.	0,0001
Цианиды в расчете на циан	С-т.	0,1
Цинк	Общ.	1
Этилен	Орг.	0,5
Этиленгликоль	С-т.	1
Этилендиамин	Орг.	0,2

Питьевая вода в любое время года не должна содержать менее 4 г/м^3 кислорода, а наличие в ней минеральных примесей (мг/л) не должно превышать: сульфатов (SO_4^{2-}) – 500; хлоридов (Cl^-) – 350; железа ($Fe^{2+} + Fe^{3+}$) – 0,3; марганца (Mn^{2+}) – 0,1; меди (Cu^{2+}) – 1,0; цинка (Zn^{2+}) – 5,0; алюминия (Al^{3+}) – 0,5; метафосфатов (PO_3^-) – 3,5; фосфатов (PO_4^{3-}) – 3,5; сухого остатка – 1000. Таким образом, вода пригодная для питья, если ее общая минерализованность не превышает 1000 мг/л. Очень малая минерализованность воды (ниже 1000 мг/л) тоже ухудшает её вкус, а вода, вообще лишённая солей (дистиллированная), вредна для здоровья, так как её употребление нарушает пищеварение и деятельность желез внутренней секреции. Иногда по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается содержание сухого остатка до 1500 мг/л.

Показатели, характеризующие загрязнение водоёмов и питьевой воды веществами, отнесёнными к 3 и 4 классам опасности, а также физико-химические свойства и органолептические характеристики воды относятся к дополнительным. Их используют для подтверждения степени интенсивности антропогенного загрязнения водоисточников, установленного по приоритетным показателям.

Применение различнх критериев оценки качества вод должно основываться на преимуществе требований того водопользования, чьи критерии жестче. Например, если водный объект одновременно служит для питьевых и рыбохозяйственных целей, то к оценке качества вод могут предъявлять более строгие требования (экологические и рыбохозяйственные).

ПХЗ-10 (показатель химического загрязнения). Этот показатель особенно важен для территорий, где загрязнение химическими веществами наблюдается сразу по нескольким веществам, каждый из которых многократно превышает ПДК. Его расчитывают только при выявлении зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия.

Расчет ведут по десяти соединениям, максимально превышающим ПДК, по формуле:

$$\textbf{ПХЗ-10} = C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + C_3/ПДК_3 + \ldots C_{10}/ПДК_{10},$$

где C_1, C_2, C_3 … C_{10} – концентрация химических веществ в воде: ПДК-рыбохозяйственные.

При определении ПХЗ-10 для химических веществ, по которым относительно удовлетворительное значение загрязнения вод отсутствует, отношение С/ПДК условно принимают равным 1.

Для установления ПХЗ-10 рекомендуют проводить анализ воды по максимально возможному числу показателей.

В дополнительные показатели включены общепринятые физико-химические и биологические характеристики, дающие общее представление о составе и качестве вод. Эти показатели используют для дополнительной характеристики процессов, происходящих в водных объектах. Кроме того, в дополнительные характеристики включают показатели, учитывающие способность загрязняющих веществ накапливаться в донных отложениях и гидробионтах.

Коэффициент донной аккумуляции КДА вычисляют по формуле:

$$\textbf{КДА} = C_{д.о.}/C_в,$$

где $C_{д.\,о.}$ и $C_в$ - концентрация загрязняющих веществ соответственно в донных отложениях и воде.

Коэффициент накопления в гидробионтах:

$$K_н = C_г/C_в,$$

где $C_г$ - концентрация загрязняющих веществ в гидробионтах.

Критические концентрации химических веществ (КК) определяют по методике определения критических концентраций загрязняющих веществ, разработанной Госкомгидрометом в 1983 г.

Усредненные значения КК некоторых загрязняющих веществ составляют, мг/л: медь – 0,001…0,003; кадмий – 0,008…0,020; цинк – 0,05…0,10; ПХБ – 0,005; бенз(а)пирен – 0,005.

При оценке состояния водных экосистем достаточно надежными показателями являются характеристики состояния и развития всех экологических групп водного сообщества.

При выделении рассматриваемых зон используют показатели по бактерио-, фито-, и зоопланктону, а также по ихтиофауне. Кроме того, для определения степени токсичности вод применяют интегральный показатель – биотестирование (на низших ракообразных). При этом со-

ответствующая токсичность водной массы должна наблюдаться во всех основных фазах гидрологического цикла.

Основные показатели по фито- и зоопланктону, а также по зообентосу приняты на основании данных региональных служб гидробиологического контроля, характеризующих степень экологической деградации пресноводных экосистем.

Параметры показателей, предлагаемые для выделения на данной территории зон, должны формироваться на материалах достаточно продолжительных наблюдений (не менее трёх лет).

Следует иметь в виду, что индикаторные значения видов могут быть различны в разных климатических зонах.

При оценке состояния водных экосистем важны показатели по ихтиофауне, особенно для уникальных, особо охраняемых водных объектов и водоёмов первой и высшей рыбохозяйственной категории.

БПК – биологическая потребность в кислороде – количество кислорода, использованного при биохимических процессах окисления органических веществ (исключая процессы нитрификации) за определенное время инкубации пробы (2, 5, 20, 120 суток), мг O_2 /л воды ($БПК_п$ – за 20 суток, $БПК_5$ – за 5 суток).

Окислительный процесс в этих условиях осуществляется за счет микроорганизмов, использующих органические компоненты в качестве пищи. Метод БПК состоит в следующем. Исследуемую сточную воду после двухчасового отстаивания разбавляют чистой водой, взятой в таком количестве, чтобы содержащегося в ней кислорода с избытком хватило для полного окисления всех органических веществ в сточной воде. Определив содержание растворенного кислорода в полученной смеси, её оставляют в закрытой склянке на 2, 3, 5, 10, 15 суток, определяя содержание кислорода по истечении каждого из перечисленных периодов времени (период инкубации). Уменьшение количества кислорода в воде показывает, сколько его за это время израсходавано на окисление органических веществ, находящихся в сточной воде. Это количество, отнесенное к 1 л сточной воды, и является показателем биохимического потребления кислорода сточной водой за данный промежуток времени ($БПК_2$, $БПК_3$, $БПК_5$, $БПК_{10}$, $БПК_{15}$).

Следует отметить, что биохимическое потребление кислорода не включает его расход на нитрификацию. Поэтому полное БПК следует проводить до начала нитрификации, которая начинается обычно спустя 15-20 суток. БПК сточных вод рассчитывается по формуле:

$$\textbf{БПК} = \frac{[(a_1 - b_1) - (a_2 - b_2)] \times 1000}{V},$$

где a_1 – концентрация кислорода в подготовленной для определения пробе в начале инкубации (в «нулевой день »), мг/л; a_2 – концентрация кислорода в разбавляющей воде в начале инкубации, мг/л; b_1 – концентрация кислорода в пробе в конце инкубации, мг/л; b_2 – концентрация кислорода в разбавляющей воде в конце инкубации, мг/л; V – объем сточной воды, содержащейся в 1 л пробы, после всех произведенных разбавлений, мл.

ХПК – химическая потребность в кислороде, определенная бихроматным методом, т.е. количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде, мг O_2/л воды.

Химическое потребление кислорода, выраженное числом миллиграммов кислорода на 1 л сточной воды, вычисляют по формуле:

$$\textbf{ХПК} = \frac{8(a-b)\times N1000}{V},$$

где a – объем раствора соли Мора, израсходованного на титрование в холостом опыте, мл; b – объем того же раствора, израсходованного на титрование пробы, мл; N – нормальность титрованного раствора соли Мора; V – объем анализируемой сточной воды, мл; 8 – эквивалент кислорода.

По отношению $БПК_п$/ХПК судят об эффективности биохимического окисления веществ.

2.1.3. ПДК в почве

$ПДК_п$ – предельно допустимая концентрация вещества в пахотном слое почвы, мг/кг. Эта концентрация не должна вызывать прямого или косвенного отрицательного влияния на здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы.

Вопрос установления ПДК загрязняющих веществ в почвах весьма сложен. С одной стороны, почвенный покров – среда, гораздо менее подвижная, чем поверхностные воды и атмосфера, и аккумуляция поступающих в почву химических соединений может происходить в течение долгого времени, постепенно приближаясь к предельно допустимым концентрациям. Поэтому основным фактором определения предельно допустимых выбросов (ПДВ) для какого-либо предприятия или группы предприятий должно быть предполагаемое время работы, в течение которого в почве прилегающих территорий накопится количество выбрасываемого загрязняющего вещества, достигающее ПДК. С другой стороны, активная микробиологическая жизнь почвы и протекающие в

ней физико-химические процессы способствуют трансформации посторонних веществ, поступающих в почву, причем направление и глубина этого процесса определяются многими факторами. В ряде случаев разрушение и миграция загрязняющих веществ так мала, что ими можно пренебречь; в других случаях результаты протекания процессов деградации и миграции посторонних химических соединений в почве сопоставимы с темпами поступления, и предел их накопления в почве обусловливается равновесием между процессом поступления загрязняющих веществ и удалением в результате разрушения или миграции. Таким образом, ПДК загрязняющих веществ в почвах определяется не только химической природой и токсичностью, но и особенностями самих почв. В отличие от воздуха и воды, почвы зонально-генетического ряда настолько отличаются друг от друга по химическому составу и свойствам, что для них не могут быть установлены унифицированные уровни ПДК. Эти уровни должны варьировать в зависимости от биоклиматических особенностей природной зоны, свойств почвы, возделываемых культур, системы удобрений, агротехники и т. п.

Принципы нормирования химических загрязнений почвы несколько отличаются от принятых для атмосферного воздуха и природных вод, поскольку поступление вредных веществ в организм человека и животных непосредственно из почвы происходит в исключительных случаях и в незначительных количествах. В основном химические соединения, находящиеся в почве, поступают в организм через другие субстраты, контактирующие с почвой, - воду, воздух, растения. Поэтому при определении ПДК загрязняющих веществ в почве особое внимание уделяется тем соединением, которые могут мигрировать в атмосферу, грунтовые или поверхностные воды или накапливаться в растениях, снижая качество сельскохозяйственной продукции.

От других компонентов биосферы почва отличается ещё и тем, что загрязняющие вещества поступают в неё не только с атмосферными выпадениями, поливными водами, в составе балластных веществ и различных отходов, но и вносятся как удобрения и ядохимикаты. При этом в почвах сложно проследить тенденции изменения уровней загрязнения, так как для этого требуются длительные наблюдения. Исключение составляет лишь некоторые виды пестицидов, способные быстро разлагаться под воздействием внешних факторов. Установленные в настоящее время нормативы их содержания в почве приведены в табл. 2.1.5.

Особое внимание уделяется разработке нормативов содержания в почве ТМ, негативно влияющих на почвенные процессы, плодородие почв и качество сельскохозяйственной продуктивности почв, загрязненных ТМ, - одна из наиболее сложных проблем охраны биоценозов.

Таблица 2.1.5

ПДК пестицидов в почве, мг/кг воздушно-сухой почвы
(СанПиН 42-128-4275-87)

Пестициды	ПДК	Пестициды	ПДК
Агелон	0,15	Иодофенфос	0,5
Акрекс	1,0	Карбофос	2,0
Атразин	0,5	Линурон	1,0
Базудин	0,1	Метатион	1,0
Бетанал	0,25	Метафос	0,1
Гамма-ГХЦГ (линдан)	0,1	Монурон	0,3
ГХЦГ	0,1	Политриазин	0,1
Гептахлор	0,05	Полихлоркамфен	0,5
Гетерофос	0,05	Полихлорпинен	0,5
Глифосат	0,5	Пропанид	1,5
2,4 D (кислота)	0,1	Ронит	0,8
2,4 D (дихлорфенол)	0,05	Севин	0,05
2,4 D (аминная соль)	0,25	Семерон	0,1
2,4 D (бутиловый эфир)	0,15	Симазин	0,2
2,4 D (кротиловый эфир)	0,15	Фосфамид	0,3
2,4 D (октиловый эфир)	0,15	Фталофос	0,1
		Хлорофос	0,5

В результате отсутствия объективной оценки почвенно-экологического состояния территории разными исследователями установлены различные уровни фитотоксичности почв (табл. 2.1.6).

Таблица 2.1.6

Суммарные концентрации микроэлементов в поверхностном слое почв, считающиеся предельными в отношении фитотоксичности, мг/кг сухой массы (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989)

Элемент	Концентрация (по данным разных авторов)					
	Ковальский	El-Bassam	Linzon	Кабата-Пендиас	Kloke	Kitagischi
Ag	-	-	2	-	-	-
As	-	50	25	30	20	15
B	30	100	-	100	25	-
Cd	-	5	8	5	3	-
Cr	-	100	75	1000	100	-
Cu	60	100	100	100	100	125
Fe	-	500	-	1000	200	-
Hg	-	5	0,3	5	2	-

Элемент	Концентрация (по данным разных авторов)					
	Ковальский	El-Bassam	Linzon	Кабата-Пендиас	Kloke	Kitagischi
Pb	-	100	200	100	100	400
V	-	-	60	100	50	-
Zn	70	300	400	300	800	250

Реальную угрозу для экосистем представляет не валовое содержание токсикантов, а содержание их подвижных форм, поэтому в последние годы медики-гигиенисты проводят нормирование не только по общему содержанию загрязняющих веществ, но и по концентрации подвижных форм.

В настоящее время для ряда ТМ установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) содержания тяжелых металлов в почвах (табл. 2.1.7, 2.1.8) (Обобщенные …, 1990; ГН 2.1.7.020-94).

Таблица 2.1.7

Предельно допустимые концентрации (ПДК) тяжелых металлов в почвах, мг/кг (Обобщенные …, 1990)

Металл	ОДК (ПДК)	Форма элемента
1	2	3
Мышьяк	2,0	Валовое содержание
Ртуть	2,1	»
Свинец	32,0	»
Свинец + ртуть	20,1 + 1,0	»
Хром (VI)	0,05	»
Марганец	1500	»
Ванадий	150	»
Марганец + ванадий	1000 + 100	»
Сурьма	4,5	»
Медь	3,0	Подвижные соединения
Никель	4,0	»
Цинк	23,0	»
Кобальт	5,0	»
Хром	6,0	»

Таблица 2.1.8

Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах, мг/кг (ГН 2.1.7.020-94)

Элемент	Группа почв	ОДК с учетом фона	Агрегатное состояние вещества в почвах	Классы опасности	Особенности действия на организм
Ni	А) песчаные и супесчаные Б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl<5,5 В) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl>5,5	20 40 80	Твердое: в виде солей, в сорбированном виде, в составе минералов	2	Для теплокровных и человека малотоксичен. Ингибитор оксидаз. Обладает мутагенным действием
Cu	А) песчаные и супесчаные Б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl<5,5 В)близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl>5,5	33 66 132	Твердое: в виде солей, органоминеральных соединений, в сорбированном виде, в составе минералов	2	Повышает клеточную проницаемость, ингибирует глутатионредуктазу, нарушает метаболизм, взаимодействуя с -SH, $-NH_2$ и -COOH группами
Zn	А) песчаные и супесчаные Б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl<5,5 В) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl>5,5	55 110 220	Твердое: в виде солей, органоминеральных соединений, в сорбированном виде, в составе минералов	1	Недостаток или избыток вызывают отклонения в развитии. Отравления при нарушении технологии внесения цинксодержащих пестицидов
As	А) песчаные и супесчаные Б) кислые (суглинистые и глинистые),	2 5	Твердое: в виде солей, органоминеральных соединений, в сорбированном	1	Ядовитое вещество, ингибирующее различные ферменты, отрицательное

Элемент	Группа почв	ОДК с учетом фона	Агрегатное состояние вещества в почвах	Классы опасности	Особенности действия на организм
	pH KCl<5,5 В) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl>5,5	10	виде, в составе минералов		действие на метаболизм. Возможно канцерогенное действие
Cd	А) песчаные и супесчаные Б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl<5,5 В) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl>5,5	0,5 1,0 2,0	Твердое: в виде солей, органоминеральных соединений, в сорбированном виде, в составе минералов	1	Сильно ядовитое вещество, блокирует сульфгидрильные группы ферментов, нарушает обмен железа и кальция, нарушает синтез ДНК
Pb	А) песчаные и супесчаные Б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl<5,5 В)близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl>5,5	32 65 130	Твердое: в виде солей, органоминеральных соединений, в сорбированном виде, в составе минералов	1	Разностороннее негативное действие. Блокирует –SH группы белков, ингибирует ферменты, вызывает отравления, поражения нервной системы

Принятые фоновые содержания элементов в основных типах почв, согласно письма ЦСИ Госкомприроды РСФСР от 18.12.90 № ЦС-299/15-73, приводятся в таблице 2.1.9 (Обобщенные …, 1990).

Таблица 2.1.9

Фоновые содержания элементов в почвах, мг/кг
(Обобщенные …, 1990)

Тип почв	V	Cd	Co	Mn	Cu	Mo	Ni	Sn	Pb	Cr	Zn
Перегнойно-карбонатные, желтоземы, красноземы	73	-	-	440	22	-	31	2,5	-	55	-
Дерново-подзолистые	72	-	-	650	23	1,5	51	-	19	140	49
Каштановые	120	-	25	800	28	1,7	58	6	30	120	70
Сероземы	-	-	-	-	-	-	12	-	25	-	-
Черноземы	-	0,3	-	-	18	-	54	-	18	-	37
Серые черноземы	-	0,6	-	-	14	-	37	-	17	-	45
Бурые	80	0,25	12	860	13	2	14	13	23	54	52
Сероземы	30	-	-	300	19	-	16	14	20	31	69
Почвы мира	50	0,5	10	850	20	2	40	10	10	200	50
Черноземы	-	-	-	300-360	12-13	-	37-54	-	-	440	30-80

При превышении допустимых значений содержания ТМ в почвах эти элементы накапливаются в растениях в количествах, превышающих ПДК в кормах и продуктах питания.

2.1.4. Другие показатели

Если величина ПДК в различных средах не установлена, действует временный гигиенический норматив ВДК (ОБУВ) – временно допустимая концентрация (ориентировочно безопасный уровень воздействия) вещества. Временный норматив устанавливается на определенный срок (2-3 года).

Различные вещества могут оказывать сходное неблагоприятное воздействие на организм. Например, существует эффект суммации для диоксида азота и формальдегида, фенола и ацетона, этанола и целой группы органических веществ. Для токсичных веществ безопасная концентрация определяется соотношением С/ПДК ≤ 1, где С – фактическая концентрация вещества в среде.

Допустим, что в воздухе концентрация фенола составляет $С_ф$ = 0,345 мг/л, ацетона $С_{ац}$ = 0,009 мг/л, а $ПДК_ф$ = 0,35, $ПДК_{ац}$ = 0,01 мг/л. Таким образом, для каждого из веществ указанное соотношение меньше 1:

$$С_1/ПДК_1 < С_2/ПДК_2 < 1.$$

Т. к. эти вещества обладают эффектом суммации, общее загрязнение фенолом и ацетоном превысит предельно допустимое:

$$\frac{С_1}{ПДК_1} + \frac{С_2}{ПДК_2} = 0{,}986 + 0{,}9 = 1{,}886 > 1$$

Таким образом, сумма отношений концентраций к ПДК веществ, обладающих эффектом суммации, не должна превышать единицы.

Для более полной оценки качества среды сравнительно недавно стали использовать другой критерий - ПДЭН – предельно допустимую экологическую нагрузку: для воды – ПДС – предельно допустимый сброс, г/с; для воздуха - ПДВ – предельно допустимый выброс, г/с.

ПДЭН (предельно допустимая экологическая нагрузка) – является лимитирующим показателем уровня естественных и антропогенных воздействий, который во многих странах установлен в связи с тем, что нормальное функционирование и устойчивость экосистем и биосферы возможны при не превышении определенных предельных нагрузок на них.

ПДС (предельно допустимый сброс) – максимально допустимое количество вещества, сбрасываемого со сточными водами в единицу времени при условии сохранения приемлемого качества воды.

ПДВ (предельно допустимый выброс) – экологический норматив, обычно используемый для оценки загрязнения окружающей среды выхлопными газами двигателей автотранспорта. ПДВ определяется таким образом, чтобы концентрация загрязняющих веществ в приземном слое воздуха не превышала доз, опасных для людей, фауны и флоры.

В целом необходимо отметить, что недостатком изложенной выше схемы критериев оценки качества среды являются различающиеся значения ПДК в разных странах.

2.2. Экологические критерии

Экологические критерии рассматриваются как мера антропогенного воздействия на экосистемы и ландшафты, при которой их основные функционально-структурные характеристики не выходят за пределы естественных изменений. Они призваны определить область

и границы допустимого состояния природных систем и дозволенного воздействия на них со стороны человека. Использование экологических критериев позволяет оценивать и ранжировать сложившиеся ситуации. Основываясь на данных нормативного документа, утвержденного Минприроды РФ 30 ноября 1992 «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выделения зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия», выделяются «участки территории Российской Федерации, где в результате хозяйственной и иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экологических систем, генетических фондов растений и животных», которые объявлены зонами чрезвычайной экологической ситуации (статья 58 Закона Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды», раздел VIII «Чрезвычайные экологические ситуации»). Кроме этого, «участки территории Российской Федерации, где в результате хозяйственной либо иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения окружающей природной среды, повлекшие за собой существенное ухудшение естественных экологических систем, деградацию флоры и фауны» объявляются зонами экологического бедствия (статья 59) (Критерии …, 1992).

Выявление зон экологического бедствия и зон чрезвычайных экологических ситуаций на основании предложенных критериев проводится с целью определения источников и факторов ухудшения экологической обстановки и разработки обоснованной программы неотложных мер по стабилизации и снижению степени экологического неблагополучия на обследуемой территории. Экологическая обстановка может классифицироваться по возрастанию степени экологического неблагополучия следующим образом:

1 – относительно удовлетворительная;

2 – напряженная;

3 – критическая;

4 – кризисная (или зона чрезвычайной экологической ситуации);

5 – катастрофическая (или зона экологического бедствия).

В рассматриваемом документе (Критерии …, 1992) предложены критерии для выделения зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. Согласно ст.58 и ст.59 Закона «Об охране окружающей природной среды» оценка степени экологического неблагополучия территорий проводится по следующим признакам (табл. 2.2.1).

Таблица 2.2.1

Признаки территорий крайних степеней экологического неблагополучия (Критерии …, 1992)

Положения	Степень экологического неблагополучия	
	Экологическое бедствие ст.59	Экологический кризис ст.58
Окружающая природная среда	Глубокие необратимые изменения	Устойчивые отрицательные изменения
Здоровье населения	Существенное ухудшение здоровья населения	Угроза здоровью населения
Естественные экосистемы	Разрушение естественных экосистем (нарушение природного равновесия, деградация флоры и фауны, потеря генофонда)	Устойчивые отрицательные изменения состояния естественных экосистем (уменьшение видового разнообразия, исчезновение отдельных видов растений и животных, нарушение генофонда)

Последующими исследованиями Б.В. Виноградова, В.П. Орлова и др. (Виноградов и др., 1993), а также А.Г. Емельянова (1994) выделяются три уровня экологического неблагополучия территории – зоны экологического риска, кризиса и бедствия.

Зона экологического риска включает территории с повышенным загрязнением среды (содержание химических веществ в воде и тяжелых металлов в составе растительности в 2-5 раз выше ПДК), заметным снижением продуктивности растительности экосистем (на 1,5-3,5% в год), ведущим к их спонтанной деградации. Однако нарушения носят еще обратимый характер, поэтому ослабление антропогенных нагрузок может привести к улучшению экологической ситуации. Повышению качества возобновляемых ресурсов, частичному восстановлению ландшафтов. Деградация земель захватывает 5-20% территории.

Зона экологического кризиса характеризуется сильным загрязнением среды (содержание выделенных выше загрязнителей в 5-10 раз выше ПДК), резким снижением продуктивности (на 3,5-7,5% в год), потерей устойчивости и труднообратимыми нарушениями экосистем, предполагающими лишь выборочное хозяйственное использование территории. Деградация земель проявляется на 20-50% площади региона.

Зона экологического бедствия включает территории с очень сильным и устойчивым загрязнением среды (содержание загрязнителей

более чем в 10 раз выше ПДК), разрушительной потерей продуктивности (более 7,5% в год), практически необратимой трансформацией экосистем, почти полностью исключающей их из хозяйственного использования. Деградация земель наблюдается на площади, превышающей 50% размера территории.

Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха применительно к выделению зон экологического кризиса (ЭК) и экологического бедствия (ЭБ) производится, исходя из данных табл. 2.2.2.

Таблица 2.2.2

Критерии оценки степени загрязнения атмосферного воздуха по максимально разовым концентрациям (Критерии …, 1992)

Показатели опасности	Экологическое бедствие ст.59		Чрезвычайная экологическая ситуация ст.58	
	«К»	% измерений выше ПДК	«К»	% измерений выше ПДК
I класс	>5	>30	3-5	>30
II класс	>7,5	>30	5-7,5	>30
III класс	12,5	>50	8-12,5	>50
IV класс	20	>50	12,5-20	>50

В качестве экологических показателей, характеризующих воздействие загрязненного воздуха на природную среду (растительность, почвы, подземные воды и др.), могут выступать критические нагрузки и критические уровни загрязняющих веществ. Они рассматриваются как максимальные значения выпадений или концентрации в воздухе загрязняющих веществ, которые в долговременном плане не оказывают вредного воздействия на экосистемы и их компоненты. Критические уровни некоторых загрязнителей, влияющих на растительность наземных экосистем, приведены в таблице 2.2.3.

Таблица 2.2.3

Критические уровни загрязнения воздуха для растительности наземных экосистем применительно к выделению зон экологического кризиса (ЭК) и бедствия (ЭБ) (Критерии …, 1992 с дополнениями Емельянова, 1994)

Показатели,	Норма	Зона ЭК	Зона ЭБ	Время

мкг/м^3				воздействия
Двуокись серы	<20	100-200	>200	Среднегодовое
Двуокись азота	<30	200-300	>300	Среднегодовое
Фтористый водород	<3	10-20	>20	Долговременное

Некоторые критерии степени загрязнения поверхностных и подземных вод применительно к выделению зон экологического кризиса (ЭК) и экологического бедствия (ЭБ) представлены в таблице 2.2.4.

Таблица 2.2.4

Критерии оценки степени химического загрязнения поверхностных вод (Критерии …, 1992 с дополнениями Емельянова, 1994)

Показатели	Относительно удовлетворительная ситуация	Зона ЭК	Зона ЭБ
Химические вещества, ПДК	1	5-10	>10
I-II класс опасности	1	50-100	>100
III-IV класс опасности			
$ПХЗ_{10}$	1	35-80	>80
I-II класс опасности	10	до 500	>500
III-IV класс опасности			
Химическое потребление кислорода – ХПК (относительно фона, мг O_2 /л	<10	10-20	20-30
Растворенный кислород,	>80	20-50	10-20
% насыщения	1	10-100	>100
$БПК_5$	<1	5-10	>10
Нитриты, ПДК	<1	10-20	>20
Нитраты, ПДК	<1	2-3	>3
Минерализация, г/л			

Критерии оценки степени загрязнения подземных вод для участков хозяйственных объектов приводятся в таблице 2.2.5.

Таблица 2.2.5

Критерии оценки степени загрязнения подземных вод для участков хозяйственных объектов
(Критерии оценки…, 1992 с дополнениями Емельянова, 1994)

Показатели	Относительно удовлетворительная ситуация	Зона ЭК	Зона ЭБ
Содержание загрязняющих веществ (нитраты, фенолы, тяжелые металлы, СПАВ, нефть и др.), ПДК	3-5	10-100	>100
Хлорорганические соединения, ПДК	<1	1-3	>3
Канцерогены, бенз(а)пирен, ПДК	<1	1-3	>3
Площадь области загрязнения, км^2	<0,5	3-5	>8
Минерализация, г/л	<3	10-100	>100

Критерии оценки опасности загрязнения питьевой воды и источников водоснабжения химическими веществами, согласно критерий оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия приводится в таблице 2.2.6.

Таблица 2.2.6

Критерии санитарно-гигиенической оценки опасности загрязнения питьевой воды и источников водоснабжения химическими веществами
(Критерии …, 1992 с дополнениями согласно СП 11-102-97)

Показатели*	Критические значения		Относительно удовлетворительная ситуация
	Зона экологического бедствия ст.59	Зона чрезвычайной экологической ситуации ст.58	
Основные показатели 1.1. Содержание токсичных веществ первого класса опасности (чрезвычайно опасные вещества): - бериллий, ртуть, бенз(а)пирен, линдан, 3, 4, 7, 8-диоксин**, дихлорэтилен, диэтилртуть, галий,	> 3	2 - 3	В пределах гигиенических нормативов (ПДК)

Показатели*	Критические значения		Относительно удовлетворительная ситуация
	Зона экологического бедствия ст.59	Зона чрезвычайной экологической ситуации ст.58	
тетраэтилсвинец, тетраэтилолово, трихлорбифенил (ПДК)			
1.2. Содержание токсичных веществ второго класса опасности (высокоопасные вещества): - алюминий, барий, бор, кадмий, молибден, мышьяк, нитриты, свинец, селен, стронций, цианиды (ПДК)	> 10	5 - 10	В пределах гигиенических нормативов (ПДК)
2. Дополнительные показатели 2.1. Содержание токсичных веществ третьего и четвёртого классов опасности (опасные и умеренноопасные вещества): - аммоний, никель, нитраты, хром, медь, марганец, цинк, фенолы, нефтепродукты, фосфаты, (ПДК)	> 15	10 - 15	В пределах гигиенических нормативов (ПДК)
2.2. Физико-химические свойства: pH БПК полн., мгO_2/л ХПК, мгO_2/л Растворённый кислород, мг/л	 < 4 > 10 > 80 < 1	 4 – 5,2 8 – 10 60 – 80 1 - 2	 - // - - // - - // - > 4
2.3. Органолептические характеристики: запах и привкус, баллы плавающие примеси (плёнки, пятна масляные и	 5 Плёнка тёмной окраски,	 3 – 4 Яркие полосы или пятна	 Не более 1

Показатели*	Критические значения		Относительно удовлетворительная ситуация
	Зона экологического бедствия ст.59	Зона чрезвычайной экологической ситуации ст.58	
др.)	занимающая до 2/3 обозримой площади	тусклой окраски	

Примечание: * - оценка опасности загрязнения веществ, не указанных в таблице, производится в соответствии с СанПиН – 4630-88, ГОСТ 2874-82, СанПиН 2.1.4.544-96; ** -для диоксинов допустимый уровень – 0,02 нг/л.

Критерии состояния почвенного покрова применительно к выделению зон экологического риска, кризиса и бедствия приведены в таблице 2.2.7.

Таблица 2.2.7

Критерии экологической оценки состояния почв
(Критерии …, 1992 с дополнениями Виноградова и др., 1993)

Показатели	Норма	ЭР	ЭК	ЭБ
Площадь деградированных земель, % от общей площади сельхозугодий	<5	5-30	30-50	>50
Содержание гумуса в почвах, % от исходного	>90	70-90	30-70	<30
Содержание химических загрязнителей в почве, ПДК	<1	1-3	3-10	>10
	<0,5	0,5-1	1-3	>5
Содержание пестицидов в почве, ПДК	<0,6	0,6-1	1-3	>3
Содержание легкорастворимых солей, вес. %	<0,3	0,3-0,4	0,4-0,6	>0,6
Содержание токсичных солей в почве, вес. %	<1,1	1,1-1,3	1,3-1,4	>1,4
Увеличение плотности почв, кратность по сравнению с фоном	<1,1	1,1-1,4	1,4-1,2	>2
Фитотоксичность почвы (снижение числа проростков), кратность по сравнению с фоном				

Критерии состояния растительности и животных применительно к выделению зон экологического риска, кризиса и бедствия представлены в таблице 2.2.8.

Таблица 2.2.8

Критерии экологической оценки состояния растительности и животного населения
(Критерии …, 1992 с дополнениями Виноградова и др., 1993)

Показатели	Норма	ЭР	ЭК	ЭБ
Разнообразие видов растений и животных(уменьшение критерия Симпсона, %)	<10	10-20	20-50	>50
Плотность популяции вида – индикатора антропогенной нагрузки, % от исходной	<10	10-20	20-50	>50
Относительная площадь коренных ассоциаций, %	>60	40-60	40-20	<10
Повреждение древостоев техногенными выбросами, % от общей площади	<5	5-30	30-50	>50
Проективное покрытие степной пастбищной растительности, % от нормального	>80	60-70	20-50	<10
Продуктивность пастбищной растительности, % от потенциальной	>80	60-70	10-30	<5
Уменьшение численности охотничье-промысловых видов животных, число раз от нормального	<2	2-3	3-10	>10
Биомасса почвенной мезофауны, % от нормальной	<90	60-80	30-50	<20

Геодинамические показатели деформации геологической среды с экологическими последствиями могут быть представлены в форме интенсивности и масштаба проявления современного напряженно-деформированного состояния верхних частей литосферы. Эти показатели определяются параметрами критических скоростей деформации и масштабом ожидаемого сейсмического эффекта. Если исходить из значения порога разрушения любых твердых тел порядка 0,0001 отн. ед., то в качестве предельного (критического) уровня геодинамического воздействия для всех типов объектов можно использовать величину деформации в 0,00001 отн. ед., которая применяется при оценке аномальных техногенных деформаций. Исходя из установленных фактов пространственно-временного изменения современных деформационных процессов в зонах разломов, предельный (критический) уровень деформации в 0,00001 может быть достигнут в локальных зонах в течение 15-30 лет. Эти сроки соизмеримы с минимальными сроками эксплуатации особо ответственных объектов и сооружений. Нарушение их функционирования может привести к критическим экологическим

последствиям. Уровень деформации в 0,0001 отн. ед. приводит к таким нарушениям геологической среды, которые можно отнести к зонам экологического бедствия (табл. 2.2.9).

Таблица 2.2.9

Критерии оценки экологической опасности деформаций и изменения геологической среды (Критерии …, 1992)

Показатели	Параметры		Относительно удовлетворительная ситуация
	Экологическое бедствие (ст.59)	Чрезвычайная экологическая ситуация (ст.58)	
Аномальные техногенные деформации горного массива (более 0,00001 отн. ед.) и индуцированная сейсмичность, % территории	Более 40-50	20-40	2-3
Механические нарушения горного массива при недропользовании, ведущие к загрязнению геологической среды. Аномальные деформации горных пород, в отн. ед.	0,0001	0,00001	менее 0,000001
Просадки земной поверхности, оползни, сели, карсты, обусловленные техногенной нагрузкой, % территории	более 30	20-30	менее 5

Проявление экзогенных геологических процессов может происходить независимо от деятельности человека. Однако, техногенные факторы могут усиливать или ослаблять проявление

экзогенных геологических процессов. Неразумное вмешательство человека в естественный ход развития экзогенных геологических процессов может вызвать их катастрофическую активизацию и привести к необратимому изменению природных ландшафтов. К этим факторам относятся оползни, сели, карсты, оседание поверхности и другие.

2.3. Оценка степени антропогенных изменений природных сред

В системе мониторинга геологической среды важным моментом являются проблемы оценки существующих или возможных техногенных воздействий на геологическую среду. Вопросы систематизации техногенных воздействий на геологическую среду начали разрабатываться с 50-60-х годов. В настоящее время предложено много как общих, так и частных классификаций техногенных воздействий, построенных по разным признакам деления. Существующие схемы типизации техногенных воздействий разрабатываются в трех направлениях: 1) по видам хозяйственной деятельности; 2) по набору определенных воздействий на конкретный компонент геологической среды; 3) по комплексу параметров, отражающих природу воздействия. Одна из перовых попыток типизации техногенных воздействий по комплексу признаков была сделана Котловым Ф.В. (1978). Им выделены категории техногенных воздействий по времени действия, направленности, площади и другим признакам. Кроме того, по воздействию на определенный компонент геологической среды им выделено три вида воздействия: 1) напряженное состояние пород; 2) тепловое состояние пород и подземных вод; 3) режим поверхностных и подземных вод. В дальнейшем Ф.В. Котлов увязал типизацию техногенных воздействий с классификацией вызванных ими процессов, а затем с изменением природных физических полей. Близка к этой систематизации и схема М. Арну (1984), а также схема выделения признаков типизации, предложенная Е.М. Сергеевым и В.Т. Трофимовым (1985).

Одним из главных вопросов при разработке классификации техногенных воздействий является вопрос о признаках типизации или деления. Разрабатывая классификацию техногенных воздействий на геологическую среду В.Т.Трофимовым, В.А. Королевым и А.С. Герасимовой (Трофимов и др., 1995), в ее основу были положены следующие методологические положения:

1. Признаки типизации должны отражать основные черты техногенных воздействий на геологическую среду разной природы.

2. В таксономическом ряду воздействий целесообразно выделять класс (подкласс), тип, вид и разновидность воздействия.

3. Все выделяемые таксоны не должны зависеть от иерархического уровня рассмотрения геологической среды.

4. Выделяемый вид (разновидность) воздействия должен характеризоваться конкретными количественными параметрами, отражающими его особенности, а также однозначно соотноситься с источником, его вызывающим и обусловливающим.

5. В типизации должны быть учтены лишь «первичные» техногенные воздействия, непосредственно влияющие на основные компоненты геологической среды: горные породы, почвы и искусственные грунты, рельеф территории, подземные воды и геодинамические процессы.

6. Использование в типизации таких признаков деления, которые могут быть общими для всех типов воздействия.

В соответствии с указанными принципами была составлена классификация техногенных воздействий на геологическую среду (Трофимов и др., 1995), приведенная в приложении 1.

Проблема оценка существующих или возможных техногенных воздействий на геологическую среду является центральной в системе мониторинга. Методика типизации геологической среды с учетом компонентов геологической среды (рельеф, горные породы, подземные воды, геологические и инженерно-геологические процессы) в инженерной геологии достаточно полно разработана И.В. Поповым и др. (1974), Е.М. Сергеевым (1979), В.Т. Трофимовым и др. (1988), Г.А. Голодковской и др. (1989), Д.Г. Зилингом, А.С. Герасимовой и др. (1994) и другими. Одним из главных вопросов в методике оценки воздействия на геологическую среду (ОВГС) является выбор и обоснование критериев для оценки изменений состояния геологической среды или просто – ее измененности. Согласно В.А. Королева (1995), все многообразие частных критериев ОВГС объединяется в пять групп:

1. В группе геохимических критериев оценивается химическое, бактериологическое, механическое и радионуклидное техногенное загрязнение поверхностных и подземных вод, почв, пород зоны аэрации, искусственных грунтов и донных осадков. Некоторые основные геохимические показатели, используемые для оценки различных видов загрязнений геологической среды приведены в таблице 2.3.1.

Таблица 2.3.1

Показатели оценки некоторых видов загрязнений геологической среды (Королев, 1995)

Подкласс воздействия	Вид воздействия	Показатели изменения геологической среды	Единицы измерения
Радиоактивное	Короткоживущие радионуклиды Долгоживущие радионуклиды	Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на расстоянии 10 см от источника Удельная альфа-активность Удельная бета-активность	мР/ч мкР/ч Ки/кг Бк/кг Ки/кг Бк/кг
Химическое	Все виды (приложение 1)	Коэффициент концентрации загрязнения Коэффициент техногенной геохимической нагрузки Общий показатель техногенной нагрузки Модуль техногенного загрязнения Градиент техногенного загрязнения	 мг/кг х м
Биологическое	Микробиологическое загрязнение Бактериологическое загрязнение	Коэффициент концентрации микробов Коэффициент концентрации бактерий Бактериальные индексы	

2. Группа инженерно-геологических критериев. Критериями данной группы оценивается площадная и относительная поражённость исследуемой территории как природными, так и инженерно-геологическими процессами с расчетом соответствующего коэффициента поражённости. Методика их изучения изложена в ряде методических рекомендаций и в работах Г.К. Бондарика и др. (1990), А.Л. Ревзона (1992), Г.А. Голодковской и др. (1979) и других, что не вызывает затруднений в практической деятельности, в том числе и в системе мониторинга геологической среды. Близкий методический подход реализован в СНиП 2.01.15-90, где выделены опасные процессы и приведена таблица для определения их активности. В данном нормативном документе предложено разделять наиболее развитые на данной территории экзогенные геологические процессы на несколько групп, различающихся воздействием на условия строительства, ресурсы территории и экологические последствия. Для оценки степени поражённости территории

могут использоваться различные градации, например, указанные в таблице 2.3.2.

Таблица 2.3.2

Оценка степени пораженности территории экзогенными геологическими и инженерно-геологическими процессами (СНиП 2.01.15-90)

Степень поражённости, %	Нарушенность территории	Название категории
Менее 5	Ненарушенная	Благоприятная
5 – 25	Средненарушенная	Неблагоприятная
более 25	Сильнонарушенная	Весьма неблагоприятная

3. Группа гидрогеологических критериев. Данная группа включает в себя традиционные гидрогеологические характеристики, к которым относятся: глубины залегания уровня грунтовых вод, размеры депрессионных воронок, качественный состав подземных вод, водопроницаемость и водопроводимость пород, минерализация подземных вод, взаимосвязь поверхностных и грунтовых вод, изменение пьезометрических уровней основных водоносных горизонтов, изменение (инверсия) речного стока и другие. При мониторинге геологической среды данные показатели используются для оценки скоростей техногенного изменения различных гидрогеологических процессов во времени.

4. Группа геоморфологических критериев. Группа включает в себя характеристики, используемые для оценки степени измененности рельефа как элемента геологической среды. В качестве данных критериев могут использоваться площадь и размах техногенного рельефа, который включает в себя как положительные, так и отрицательные формы, созданные в процессе техногенной деятельности, в том числе участки планировочных работ со срезкой грунта или отсыпкой (намывом) и рекультивируемые территории. В рамках ОВГС оценка степени измененности рельефа для различных территорий (равнинных, предгорных, горных и др.) проводится по разным градациям (шкалам) со слабо-, средне- и сильноизмененным рельефом. Исходя из этих градаций, площади горных отводов с глубокими карьерами, разрезами, высокими внешними отвалами, терриконами и мульдами оседания будут классифицироваться как территории с сильноизмененным или переработанным рельефом, кроме этого, при мониторинге появляется возможность указанные выше геоморфологические критерии дополнить показателями скорости техногенного изменения рельефа.

5. Группа ресурсных критериев. Группа включает в себя оценку степени техногенной измененности природных ресурсов исследуемой

территории, таких, как подземные и поверхностные воды, почвы и т.д. Состояние ресурсов поверхностных вод (без учета влияния на них загрязнения) может оцениваться по изменению их стока, а по возможности, и по изменению его режима применительно ко всему бассейну реки или его части. По первому критерию (увеличению или уменьшению стока) можно использовать шести- или трехшаговые градации, показанные в таблице 2.3.3.

Таблица 2.3.3

Оценка ресурсов поверхностных вод по увеличению или уменьшению стока (Королев, 1995)

Шестишаговая градация		Трехшаговая градация	
Категория стока	Изменение стока, %	Категория стока	Изменение стока, %
1. Неизмененный	0	1. Слабоизмененный	до 15
2. Слабоизмененный	до 15	2. Среднеизмененный	15 – 25
3. Среднеизмененный	15 – 25	3. Сильноизмененный	более 25
4. Сильнонарушенный	25 – 50		
5. Очень сильно нарушенный	50 – 90		
6. Техногенно-преобразованный	более 90		

Основная терминология на английском языке

Абиотические факторы среды - Environmental abiotic factors
Аддитивное действие факторов - Additive effect of factors
Безопасность экологическая - Environmental safety
Биотические факторы - Biotic factors
Воздействие аддитивное - Additive effect
Воздействие антропогенное - Man-made influence, Anthropogenic influence, man-induced impact
Выброс предельно допустимый (ПДВ) - Maximum permissible discharge, release limit
Выброс - Outburst, violent escape, blow-out, outbreak
Деградация среды - Environmental degradation
Доза летальная - Fatal dose, lethal dose

Допустимые пределы изменений среды - Critical level of pricesses effecting the environment
Загрязнение - Contamination, pollution
Загрязнение атмосферы - Atmospheric pollution, air pollution
Загрязнение биосферы - Pollution of biosphere
Загрязнение геологической среды - Contamination of geological environment
Загрязнение глобальное - Global pollution
Загрязнение глобальное почвы - Global pollution of soil
Загрязнение окружающей среды - Environmental pollution (contamination), pollution of environment
Загрязнитель - Pollutant source
Зона техногенного влияния - Industry affected area
Зона экологического риска - Ecological risk area
Излучение - Radiation, emission
Изменение среды необратимое - Irreversible environmental
Канцероген – Carcinogen, carcinogenic substance
Катастрофа экологическая - Ecological catastrophe, Ecological disastrous
Классификация вредных веществ - Classification of contaminants
Концентрация предельно допустимая (ПДК) - Maximum concentration limit, Maximum allowable concentration, Admissible concentration limit
Концентрация фоновая - Background concentration, Background level
Кризис экологический - Ecological crisis
Кризис экосистемы - Crisis of ecosystem
Критерий экологический - Ecological criteria
Критическое состояние ландшафта - Critical state of landscape, landscape critical point
Мутагены - Mutagens
Норма выброса - Emission standard, normal release
Норма загрязнения допустимая - Pollution standard
Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) - Environment impact assessment
Параметр окружающей среды - Environment parameter
Показатель качества воды - Water quality index
Риск экологический - Ecological risk
Сброс вещества в водный объект предельно-допустимый (ПДС) - Maximum allowable discharge of substances into water body
Территориально-производственный комплекс (ТПК) - Territory-and-industry complex
Уровень радиоактивности - Level of radioactivity

Устойчивость экологическая - Ecological resistance
Фактор биогенный - Biogenic factor
Фактор биологический - Biological factor
Фактор биотический - Biotic factor

Глава 3. Методы и организация мониторинга

3.1. Методы и виды исследований

Методы исследований, необходимые для проведения мониторинга, определяются с учетом конкретных природно-территориальных комплексов (ПТК), ландшафтно-почвенных, геоморфологических, геохимических и других условий. Они могут включать результаты ранее проведенных геологических, инженерно-геологических, гидрогеологических и геохимических исследований. Интерпретация результатов ранее проведенных исследований:

- дешифрирование космо- и аэроснимков;
- аэрогамма-спектрометрической съемки;
- геохимических исследований;
- гидрогеологических;
- инженерно-геологических;
- гидрогеохимических;
- гидролитогеохимических;

По результатам дешифрирования материалов аэрокосмических съемок (МАКС) можно обоснованно расчленить исследуемый район на определенные природно-территориальные комплексы (ПТК). Районирование по выделенным ПТК позволит создать картографическую основу для выполнения мониторинга.

Материалы аэрогамма-спектрометрической съемки (АГСС) позволят получить информацию о природной или техногенной зараженности изучаемой территории радиоактивными элементами или радионуклидами природного или искусственного происхождения, выявить ареалы загрязнения.

Результаты геохимических исследований позволят определить зону воздействия предприятия и установить перечень химических элементов, характерный для данного типа производства.

Гидрогеологические и гидрогеохимические исследования позволят определить закономерности уровенного режимиа подземных вод, условия питения и разгрузки, ресурсов, взаимосвязи подземных и поверхностных вод, уровни концентрации тяжелых металлов, радионуклидов и других вредных веществ в подземных и поверхностных водах, оценить роль вод в развитии процессов засоления, переувлажнения и многое другое.

Наряду с ранее полученными материалами, потребуются дополнительные исследования, которые будут включать следующие виды исследований:

- атмогеохимические;
- ландшафтные;
- почвенные;
- геоботанические;
- биологические;
- медико-геохимические;
- минералогические;
- радиографические;

Атмогеохимический метод исследований предназначается для изучения пылевой нагрузки и особенностей вещественного состава пыле-аэрозольных выпадений изучаемой территории.

Ландшафтные и почвенные исследования позволят детально изучить ландшафты, почвенные разрезы, химический и минеральный состав почв и подстилающих материнских пород с определением первичных компонентов, различных новообразований, подвижных и валовых форм большого числа макро- и микрокомпонентов, радионуклидов и их изотопов, а также фосфора, калия, азота, гумуса и других показателей (Региональные …, 1998; Глазовская, 2002; Мотузова, 2001; Геохимия ландшафтов…, 2002).

Геоботанические и биологические методы включают изучение природного и техногенного загрязнения растительности и биоты.

Минералогические методы позволят по данным эколого-геохимических исследований в пробах изучить минеральный состав атмосферных выпадений, почв и установить присутствие техногенных составляющих, характерных для предприятий. Основными методами в составе комплекса минералогических исследований являются рентгенофазовый анализ, микрорентгеноспектральный микрозондовый и электронная микроскопия (Голева и др., 1994; 1995; 1997).

Радиографический метод (f-радиография) позволит установить пространственное распределение U-235, для которого максимальная чувствительность определения составляет n x 10^{-10} % (Берзина, 1993; Рихванов, 1997). В основу метода f-радиографии положено вынужденное деление тяжелых радиоактивных элементов. Детекторами осколков вынужденного деления в f-радиографии служат специально подобранные внешние детекторы (лавсан, макрофол, стекло, слюда и др.), прилегающие вплотную к поверхности объекта во время облучения. После облучения, детектор отделяют от исследуемого объекта и подвергают химическому травлению. Химическое травление делает дефекты (треки) структуры радиоактивного происхождения в детекторе видимыми в оптическом микроскопе при увеличениях 100^x – 400^x.

При постановке работ мониторинга вначале составляется программа по организации и ведению мониторинга, в которой предусматривают предварительный сбор и анализ по площади, намеченной к исследованию, опубликованных и фондовых материалов, характеризующих природные условия и особенности сельскохозяйственного и промышленного производства.

Площади проведения мониторинга могут быть обеспечены комплектом мелкомасштабных карт и схем, в том числе топографических, материалами аэрокосмических, почвенных, геологических, геохимических, радиометрических, гидрогеологических и других съемок, данными специальных экологических исследований по сельскохозяйственному и промышленному производству, сведениями по климату и их фоновых характеристик.

Проведение работ при мониторинге сопровождается составлением выписок и выкопировок, дающих характеристику важных опорных почвенных разрезов, буровых скважин, колодцев и т.п. Результатом работы является карта фактического материала, синтезирующая все точки наблюдений, по которым получены интересующие сведения.

Одновременно осуществляется подготовка (применительно к специфики работ) стандартизированных форм регистрации полевых наблюдений (перфокарт, бланков, таблиц, анкет, банка данных для ПЭВМ, программно-математического обеспечения и т.д.).

В зависимости от сложности строения площадей, геологической, гидрогеологической, геофизической, геохимической, агрохимической, биологической изученности, дешифрируемости МАКС, объемов опубликованных и фондовых материалов, устанавливается общая продолжительность подготовительного периода для мониторинга от 3 до 6 месяцев.

Исследования при мониторинге начинаются с рекогносцировочного обследования района работ отдельными маршрутами для идентификации установленных в ходе подготовительного периода специфических особенностей природной среды и воздействующих на нее техногенных нагрузок. В маршрутах непрерывно ведутся геоморфологические, почвенные, геоботанические, гидрогеологические и другие необходимые наблюдения для уточнения мест точек отбора объектов природной среды, а также мест заложения шурфов и скважин.

3.1.1. Атмогеохимические исследования

Атмогеохимический метод исследований предназначается для изучения пылевой нагрузки и особенностей вещественного состава пыле-аэрозольных выпадений данного района. Пылеаэрозольные выпадения анализируются, главным образом, путем отбора проб снега. Работы по отбору проб снега производятся обычно в конце зимы на профилях, ориентированных по направлению розы ветров, а также вкрест ее простирания. Пробы отбираются с учетом элементов рельефа и их экспозиции по отношению к направлению ветропылевого переноса (на водоразделах, склонах, террасах, поймах), а также на участках техногенных газопылевых выбросов, где сеть опробования сгущается.

Все работы выполняются с учетом методических рекомендаций приводимых в работах Василенко В.Н. и др. (Василенко и др., 1995), Назарова И.М. и др. (Назаров и др., 1978), методических рекомендациях ИМГРЭ (Методические..., 1982) и руководстве по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186-89). Места отбора проб желательно совмещать с основными точками наблюдений. В случае, когда отбор снега затруднен из-за метериологических условий, то отбор проб пылеаэрозольных выпадений проводят с планшетов. Установка планшетов и сбор материала на них требует определенных методических приемов связанных с нанесением на поверхность скрепляющих материалов в виде вазелина или марлевого полотна.

Пробы для анализа атмосферного воздуха на определение пыли отбираются преимущественно в местах возможных загрязнений. Для характеристики фоновой запыленности воздуха должны использоваться результаты определений Госкомгидромета.

Эффективно определение зон интенсивной пылевой нагрузки путем дешифрирования материалов зимних аэро- и космических съемок.

3.1.2. Гидрогеологические и гидрогеохимические исследования

Гидрогеологические исследования направлены на изучение гидрогеохимических и гидродинамических параметров и процессов, определяющих состояние и динамику поверхностной и подземной гидросферы и непосредственно воздействующих на природную среду (Fried, 1975; Гольдберг и др., 1984; Graund …, 1987; Шестаков, 1988; Гаев, 1989; Мироненко, 1993; Шварцев, 1998).

При проведении гидрогеологических исследований особое внимание следует обратить на изучение защитных свойств пород зоны аэрации путем определения их сорбционных параметров. Косвенным показателем условий миграции загрязняющих веществ через зону аэрации может являться распределение их концентрации в вертикальном разрезе. Пробы на определение сорбционных параметров отбираются из пылеватых и глинистых грунтов, анализу подлежат также алевролитовая и пелитовая фракции песчаных и крупнозернистых отложений. Должна быть опробована каждая литологическая разность пород; в интервале 0–1 м пробы отбираются в среднем через 0,25 м, до уровня грунтовых вод первые 10 м через 0,5 м и далее через 1 м и с контактов пород. Натурное изучение сорбционных параметров производится на специальных типовых участках.

3.1.3. Гидролитогеохимические исследования

Для получения надежной характеристики техногенных аномалий в зонах воздействия конкретных источников загрязнения наряду с гидрогеохимическими исследованиями предусматриваются и гидролитогеохимические. Гидролитогеохимические исследования характеризуются изучением донных отложений.

Пробы донных отложений отбираются непосредственно ниже сброса сточных вод из строго однородного руслового материала. На небольших водотоках (шириной до 2 – 5 м и глубиной до 0,5 – 1 м) пробы отбираются по площади выбранного участка русла. При опробовании крупных водотоков пробы отбираются у уреза воды, желательно в местах видимой аккумуляции твердого материала.

Пункты опробования донных отложений характеризуются в основном интервалом между точками отбора проб по водотоку. При размещении пунктов отбора следует учитывать: 1) особенности размещения и тип источника загрязнения; 2) вероятность локальных колебаний концентраций элементов, приводящих к тому, что часть проб, отбирае-

мых в пределах потоков рассеяния, имеет слабо повышенные или фоновые содержания. При размещении пунктов отбора через 200 – 400 м потоки рассеяния выявляются достаточно надежно. Протяженность потоков рассеяния может быть значительной (до 20 км и более). Она зависит от количества и мощности источников загрязнения, а также от литолого-геоморфологических особенностей русла и долины. Для небольших населенных пунктов и предприятий длина потоков рассеяния значительно меньше, от первых сотен метров до 1–2 км.

На участках потоков рассеяния с наиболее высокими содержаниями токсических элементов возможна организация полустационарных и стационарных створов, на которых проводятся режимные и сезонные наблюдения и которые по возможности оборудуются необходимыми для проведения гидрометрических работ. На этих створах ведутся наблюдения за динамикой химического состава вод, изучаются соотношения растворенных и взвешенных форм миграции химических элементов. Выполняются работы по руслу для выяснения морфологической структуры потоков рассеяния, их литолого-минералогических особенностей, форм нахождения химических элементов в донных отложениях. На отдельных участках организуется опробование иловых вод с одновременным отбором придонных и поверхностных вод.

Потоки рассеяния развиваются в материале различной крупности и отбор проб донных отложений возможен из разных гранулометрических классов отложений, но предпочтительнее отбирать пробы из наиболее мелкого материала. Обычно опробуются илы и близкие к ним разновидности осадков. Потоки рассеяния в мелких гранулометрических классах обладают большой протяженностью и контрастностью.

Пробы могут отбираться из различных мест: из-под воды, на освобождающихся в периоды меженей от воды ступенях русловых отмелей. С целью сглаживания локальных колебаний целесообразно составлять каждую пробу из нескольких (обычно 3–5) частных проб, отбираемых вблизи заданного пункта наблюдения. Обычно при опробовании следуют вдоль русла реки и отбирают пробы непосредственно у уреза воды. Возможен также отбор свежего наилка на русловых отмелях. Донные осадки отбирают пластиковым совком. При отборе проб из-под воды применяют специальные пробоотборники в виде совков с длинной ручкой или стандартные отборники, используемые в гидрогеологии. Существует большое количество различных приборов, которые применяются при отборе донных отложений в соответствии со свойствами исследуемых грунтов. Все приборы для взятия проб донных отложений можно подразделить на две группы: 1) приборы для взятия пробы грунта с нарушением его структуры и 2) приборы для отбора пробы без на-

рушения его структуры. Из приборов первой группы можно применять дночерпатели и драги простейшего устройства, а из второй – различного рода донные щупы и трубки. Объем отбираемых проб обычно составляет 300 – 400 г, он зависит от планируемых в дальнейшем анализов конкретной пробы. Отобранные для анализов пробы помещаются в чистые мешочки из хлопчатобумажной ткани, либо в полиэтиленовые мешочки. Следует уделять особое внимание избранным правилам отбора проб. Нельзя произвольно варьировать от точки к точке отбор проб из различных типов отложений. Пробы должны отбираться всегда в определенном положении к водотоку. При наличии в долинах сухих и заболоченных участков, участков с выходом коренных пород приходится по необходимости отбирать в пробы материал различного характера. Это следует фиксировать в полевой документации и учитывать затем при интерпретации полученных данных. Современные отложения водотоков в зонах техногенного воздействия довольно часто выделяются по морфологическим признакам. Как правило, это пластичные осадки с обилием техногенного материала и четко выраженным запахом, при их отборе всплывают маслянистые пятна.

В ходе подготовки образца донных отложений к химическому анализу выделяются следующие основные процессы: высушивание, дробление, просеивание, квартование, истирание и другие операции.

3.1.4. Ландшафтные исследования

Установление природных и антропогенных ландшафтов на территории. Составление схемы распространения. Выделение элементарных ландшафтов, ландшафтных звеньев и местных ландшафтов. Изучение геохимических особенностей в распределении химических элементов естественных и нарушенных ландшафтов (Перельман, 1966; Ландшафтно-геохимические ..., 1989; Геохимия ландшафтов …, 2002; Глазовская, 2002).

Для ландшафтных исследований целесообразно использовать элементарный ландшафт, как участок, на протяжении которого сохраняется не только тип, но и разность почвы или повторение таких сочетаний почв, которые обуславливаются сочетаниями определенных предельных элементов ландшафта (Глазовская, 2002). Под термином элементарный ландшафт часто понимаются разными авторами фация, биогеоценоз, энтопий или местоположение.

При полевых ландшафтно-геохимических исследованиях необходимо: 1) установить типы геохимических сопряжений в местных ландшафтах данной территории; 2) установить достоверные внешние

признаки в ландшафтах, которые могли бы служить надежным критерием для проведения границ между отдельными элементарными ландшафтами, составляющими ландшафтные звенья, и между местными ландшафтами, принадлежащими различным типологическим группам; 3) выявить внешние признаки геохимически редких, аномальных ландшафтов, обязанных выходам пород с повышенной минерализацией, и нанести эти участки на карту; 4) составить общую полевую ландшафтно-геохимическую схему обследуемой территории.

Поставленные задачи осуществляются с помощью заложения ландшафтно-геохимических профилей, дополненных маршрутными исследованиями (Глазовская, 2002).

Маршрутные исследования рекомендуется проводить на первом этапе полевых работ. Маршруты должны охватить по возможности все выделенные в предполевой период элементарные ландшафты и структуры местных ландшафтов, выбор мест ключевых ландшафтно-геохимических исследований. При маршрутных исследованиях закладывается ряд рекогносцировочных профилей от местных водоразделов к местным депрессиям с описанием рельефа, растительности, почвенных разрезов и других характерных особенностей. Линии заложения рекогносцировочных профилей, точки описаний на профилях, а также места описания обнажений нумеруются и наносятся на карту. Однако основным материалом для описания на маршрутах должны быть видимые компоненты ландшафтов: рельеф, растительность, естественные обнажения почв, коры выветривания, наносов, коренных пород. Для целей последующего ландшафтного геохимического картирования необходимо провести ряд сопоставлений:

1. Установить корреляцию между внешними чертами ландшафта (характером рельефа, степенью водоносности, характером растительного покрова) с геологическим строением местности и составом и мощностью рыхлых отложений.

2. Установить корреляцию между формами рельефа и растительными группировками, с одной стороны, и составом почв и глубиной залегания грунтовых вод, с другой стороны.

Установление закономерностей изменения почв, механического и химического состава и мощности наносов на элементах рельефа и в связи со сменой растительных группировок позволяет далее, пользуясь лишь внешними хорошо заметными признаками ландшафтов, рельефом и растительностью, проводить границы между различными элементарными и местными ландшафтами. Все описания по маршруту ведутся в дневнике с точным указанием, к какому отрезку маршрута, к какому профилю или точке наблюдения эти записи относятся. Работу на мар-

шрутах полезно сопровождать не только записями, но и зарисовками, цветными фотографиями, схематическими рисунками с показом структуры ландшафтных звеньев.

Исследования на ключевых ландшафтно-геохимических профилях сопровождается закладкой профиля на типичном для характеризуемого района участке в максимально однородных геологических условиях и проходит по линии от местного водораздела к местному геохимически подчиненному водоему. Определение типичности данного участка производится прежде всего на основании анализа карт: топографической, геохимической, почвенной, геоморфологической, четвертичных отложений, а также знакомства с литературой и фондовыми материалами. На профиле намечаются и закладываются два рода точек наблюдения: основные и дополнительные. Основные точки наблюдения характеризуют основные элементарные ландшафты. На всех основных точках закладываются шурфы, углубленные в случае необходимости скважиной ручного бурения. Дополнительные точки закладываются на профиле с целью получения материала для характеристики постоянства геохимических соотношений элементов в системе почвообразующая порода – почва – растительность тех элементарных ландшафтов, которые характеризуются каждой основной точкой профиля.

Все исследования сопровождаются построением вертикальных геохимических профилей по почвенным разрезам и элементарным ландшафтам. Проводится сопоставление полученных результатов в природных естественных и антропогенных нарушенных ландшафтах.

3.1.5. Почвенные исследования

Почвенные исследования позволят детально изучить почвенные разрезы, химический и минеральный состав почв и подстилающих материнских пород с определением первичных компонентов, различных новообразований, подвижных и валовых форм большого числа макро- и микрокомпонентов, радионуклидов и их изотопов, а также фосфора, калия, азота, гумуса и других показателей (Карпочевский, 1993; Почвенно-экологический ..., 1994; Ильин, 1995; Глазовская, 1999). Характеристика и процентное соотношение нарушенных земель в процессе хозяйственной деятельности (Мотузова, 2001). Схематическое отображение реальной ситуации.

Исследование почв предусматривается двумя методами согласно В.М. Фридланда (1972): а) исследование на комплексных профилях и б) исследования на ключевых участках:

а) Исследования на комплексных профилях -

- составление комплексных профилей разных уровней детализации представляет собой один из наиболее простых и в то же время эффективных методов. Практическое применение этого метода зависит от степени предварительной изученности территории.
- в) Исследования на ключевых участках-
- под ключевыми исследованиями следует понимать исследования специально выбранных участков, проводимые более детально, чем исследования всей изучаемой территории. Масштаб ключевых участков зависит от структуры почвенного покрова. Для проверки правильности выбора участка для ключа или профиля, правильности определения территории, которую этот ключ (или профиль) освещают, а также правильности полученных на ключе или профиле характеристик удобен метод сопоставления характеристик, полученных на ключах и профилях. При правильном выборе ключа или профиля и правильном проведении границ распространения данной СПП величины этих характеристик (состав почвенного покрова, сложность и др.) должны совпадать. Весьма эффективны метод составления ключевых профилей и карт строится на использовании аэрофотоснимков различных типов и масштабов. Выбор закладки почвенных шурфов ориентируется по резкому различию геоморфологии (по рельефу), при этом выбирается в первую очередь наиболее высокое место (элювиальный ландшафт) и низкое (акумулятивно-элювиальный или супераквальный ландшафт).

3.1.6. Геоботанические исследования

Важность оценки состояния природных популяций растений состоит в том, что именно растения являются основными процудентами, их роль в экосистеме трудно переоценить. Растения чувствительный объект, позволяющий оценивать весь комплекс воздействий, характерный для данной территории в целом, поскольку они ассимилируют вещества и подвержены прямому воздействию одновременно из двух сред: из почвы и из воздуха. В связи с тем, что растения ведут прикрепленный образ жизни, состояние их организма отражает состояние конкретного локального местообитания. Удобство использования растений состоит в доступности и простоте сбора материала для исследования. Специфика растений как объекта исследования предъявляет определенные требования к выбору видов. При выборе вида в зависимости от задачи исследования, необходимо учитывать, что, в силу прикрепленного образа жизни, мелкие травянистые виды растений в большей степени,

по сравнению с древесными видами, могут отражать микробиологические условия (как естественные локальные различия типа почвы, влажности и других факторов, так и антропогенные – точечное загрязнение). При наличии таких микробиологических различий, получаемые оценки состояния растений могут существенно различаться для разных видов. Это означает, что для выявления микробиологических различий предпочителен выбор травянистых растений, в то время как для характеристики достаточно больших территорий лучше использовать древесные растения. При выборе растений важно учитывать четкость определения принадлежности растения к исследуемому виду, условия произрастания особи и возрастное состояние растения. Для оценки стабильного развития растений можно использовать любые признаки по различным морфологическим структурам, для которых возможно оценить нормальное значение и соответственно учесть степень отклонения от него. Предпочительным в силу простоты и однозначности интерпретации является учет асимметрии исследуемых структур, которые в норме являются симметричными. Некоторые ограничения при этом накладываются лишь необходимостью того, чтобы рассматриваемые признаки были полностью сформированы к моменту исследования. В качестве наиболее простой системы признаков, удобной для получения большого объема данных для различных популяций, предлагается система промеров листа у растений с билатерально симметричными листьями. Для оценки величины флуктуирующей асимметрии необходимо выбирать признаки, характеризующие общие морфологические особенности листа, удобные для учета и дающей возможность однозначной оценки. Для оценки степени нарушения стабильности развития удобно использовать пятибалльную оценку (Захаров и др., 2001).

Изучение геохимических особенностей растительности сопровождается описанием ее на участках, непосредственно примыкающих к избранным на профиле местам заложения разрезов. Оно производится по принятой в обычных геоботанических исследованиях методике, на пробных площадках, размеры которых варьируют до 100 м^2. Наряду с обычными геоботаническими описаниями при ландшафтно-геохимических исследованиях особое внимание следует уделять некоторым особенностям растений и растительного покрова в целом. Установлено, что изменчивость внешнего облика растений, их размеров, формы и цвета листьев, цветов, характера кущения в зависимости от недостатка или избытка некоторых элементов. Все эти изменения, или, как их называют геоботаники, “морфы”, могут быть внешними показателями определенных уровней содержания в ландшафтах ряда биологически важных элементов. Все морфологические отклонения растений от нор-

мы должны фиксироваться. Изменения обилия некоторых видов или родов растений может быть показательным для суждения об аномальном содержании некоторых элементов в почвах.

3.1.7. Биологические исследования

Для изучения животного мира перспективными объектами биологических исследований могут выступать пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие (Проблемы ..., 1987; Плеханов и др., 2000).

Из рептилий наиболее интересным объектом исследования может быть прыткая или полосатая ящерицы по данным А.С. Баранова, В.И. Борисова, А.В. Валецкого и Н.П. Ждановой (Захаров и др., 2001). Использование этого вида представляется удобным, в связи с его широким распространением.

Птицы, как объекты для оценки здоровья среды, обладают рядом преимущест: приуроченность развития птенцов к определенному локальному участку, большое экологическое разнообразие. По данным П.Д. Венгерова (Захаров и др., 2001), объекты исследования должны отвечать следующим требованиям: многочисленность, оседлость (при анализе взрослых особей), широкая распространенность, эвритопность, доступность изучения. Из воробьинообразных можно рекомендовать большую синицу, мухоловку-пеструшку, обыкновенного скворца, домового и полевого воробьев и др. Для оценки ситуации в текущем году на локальном участке оптимальным вариантом является использование гнездовых птенцов. Возможен также отлов ювенильных особей после вылета из гнезда до начала дальних кочевок. Взрослых птиц используют только у строго оседлых видов при сравнении каких-либо удаленных биотопов, например, естественных и урбанизированных территорий.

Млекопитающие, находясь на вершине пищевых цепей, являются важным объектом для характеристики рассматриваемой экосистемы. Данные А.С. Баранова, В.И. Борисова, А.В. Валецкого (Захаров и др., 2001), полученные по представителям этой группы, в наибольшей степени пригодны для экстраполяции на человека. Использование фоновых, наиболее многочисленных для данного региона видов облегчает сбор материала и дает возможность получения выборок одного и того же вида во всех изучаемых точках. Можно использовать такие широко распространенные виды как рыжая и обыкновенная полевки, полевая и домовая мыши, обыкновенная бурозубка и др. Различия между животными разных возрастных групп обычно отсутствуют, поэтому возможно использование суммарной выборки. Если желательна оценка ситуации

на текущий момент, необходимы выборки молодых особей этого года рождения.

Для оценки стабильности развития млекопитающих используется пятибалльная шкала (Захаров и др., 2001).

3.1.8. Медико-геохимические исследования

Состояние здоровья взрослого населения и подростков оценивается по официальным статистическим данным (Рыбальский и др., 1991, 1992, 1993; Гичев, 1994, 2000; Протасов и др., 1995), в перечень видов болезней которых входят следующие:

- инфекционные и паразитарные;
- злокачественные новообразования;
- болезни эндокринной системы, нарушение обмена веществ и иммунитета;
- болезни крови и кроветворных органов;
- болезни системы кровообращения;
- болезни органов дыхания;
- пневмонии;
- хронический бронхит, эмфизема;
- бронхиальная астма;
- болезни мочеполовой системы;
- болезни кожи и подкожной клетчатки;
- врожденные аномалии (пороки развития);
- прочие болезни.

Наряду с общими статистическими данными заболеваний необходимо проводить геохимические исследования биосубстратов человека (Таиров и др., 1986; Савилов и др., 1996; Ревич, 2001). В качестве биосубстратов может выступать кровь, моча, ногти и волосы. Если кровь и моча характеризуют кратковременный период содержания микроэлементов, на который может сказываться состав пищи и воды, то долговременной депонирующей средой могут выступать ногти и волосы. Многолетние исследования волос A.A. Kist и L.I. Zhuk (1991) позволили выявить коррелятивную связь заболеваемости и химического состава волос (табл. 3.1.1).

Таблица 3.1.1

Коррелятивная связь заболеваемости и химического состава волос (по данным A.A. Kist и L.I. Zhuk, 1991)

Элемент	Положительная связь	Отрицательная связь
Ca	Нефриты, нефротические синдромы и нефрозы	
Sc	Острые респираторные инфекции	
Co	Анемии, гипертоническая болезнь, атеросклероз	
As	Умственные растройства, рак молочных желез	Туберкулез
Br	Гипертоническая болезнь, острые респираторные инфекции	Раковые заболевания ротовой полости и мочевого пузыря
Mo	Неоплазмос простаты, лейкемия, острый инфаркт миокарда	Раковые заболевания ротовой полости, цереброваскулярные заболевания, цирроз печени
Cd	Туберкулез, нефриты, нефротические синдромы и нефрозы	Рак легких, молочной железы, простаты, лейкемия, анемия
Sb	Менингококковые инфекции, врожденные аномалии головы и системы кровообращения	Сахарный диабет
Cs	Гипертоническая болезнь, острый инфаркт миокарда, нефриты и нефрозы	Цереброваскулярные заболевания
La	Врожденные аномалии головы и кровеносной системы кровообращения	Менингококковая инфекция, сахарный диабет, нефриты, нефрозы
Hg	Острые респираторные инфекции	Менингококковые инфекции

При составление выборки опробования необходимо учитывать, что у взрослого человека микроэлементный состав волос будет определяться спецификой его работы, тогда как для определения фоновых характеристик необходимо проводить анализ волос в населенных пунктах у детей.

3.2. Наблюдательные сети и объём работ

Площадь исследования при мониторинге устанавливается с учетом границ лицензируемых участков, а также промышленной территории, санитарно-защитной зоны и экологической напряженности данного района.

Основу сбора информации о геологической среде в ходе мониторинга составляют наблюдательные сети, которые призваны обеспечить всесторонний сбор достоверной информации о среде в целом и ее отдельных элементах. В зависимости от назначения в мониторинге геологической среды используют четыре основные группы наблюдений: инвентаризационные, ретроспективные, режимные и методические (Королев, 1995).

Инвентаризационные наблюдения (от слова «инвентаризация» – подсчет имеющегося в наличии на данный момент) проводятся достаточно редко, через длительный срок, для того чтобы либо оценить начальное состояние геологической среды, либо оценить многолетние изменения геологической среды. Инвентаризационные наблюдения, как правило, включают в себя набор трудоемких или дорогостоящих методов наблюдений за объектами геологической среды, которые не могут часто использоваться или входить в состав режимных наблюдений. Эти наблюдения носят характер инвентаризации на определенный период и могут проводиться либо один раз в год, либо в 2-3 года и более.

Ретроспективные наблюдения (от слова «ретроспекция» – взгляд в прошлое, обращение к прошлому) составляют второй вид натурных наблюдений, используемых в мониторинге геологической среды. По срокам и периодичности проведения ретроспективные наблюдения могут быть различными в зависимости от того, насколько велика скорость изменения того или иного элемента геологической среды.

Режимными стационарными наблюдениями называются наблюдения за динамикой процессов и явлений на наблюдательных стационарах – наблюдательных участках, точках, пунктах – в целях выявления их закономерностей и обусловленности. Они отражают определенные временные (ежегодные, сезонные, ежемесячные, суточные и др.) колебания в системе наблюдаемых объектов и процессов. Режимные наблюдения в общей методике инженерно-геологических исследований составляют определенный, самостоятельный и важный вид геологических работ, который входит как часть наблюдений и в мониторинге геологической среды.

Методические наблюдения направлены на совершенствование методов мониторинга или на создание новых. Методические наблюдения часто предшествуют режимным или ретроспективным для корректировки или уточнения программ наблюдений.

Наблюдательные сети в пределах геологической среды формируются в определенном трехмерном пространстве. В зависимости от масштаба исследований или ранга мониторинга геологической среды наблюдательные сети бывают детальные, локальные, региональные или

национальные (Королев, 1995). Они охватывают определенные площади – так называемые наблюдательные полигоны соответствующего уровня. Наблюдательные полигоны могут включать всю исследуемую территорию или только ее часть. В последнем случае наблюдения ведут либо на опытных площадках, оборудованных соответствующим образом, либо на эталонных участках, геологическое строение которых отражает лишь какой-либо один характерный элемент геологической среды.

Низшей структурной единицей иерархической системы наблюдений мониторинга геологической среды является **точка наблюдения –** точка отбора проб грунта или почвы, родник, колодец, скважина и т.п.

Следующий уровень – **наблюдательный пост** (гидрогеологический, геокриологический, инженерно-геологический, геофизический и т.п.), состоящий в случае гидрогеологических наблюдений из группы поэтажно оборудованных наблюдательных скважин. Пост обычно обеспечивает какую-либо одну группу наблюдений, а в случае комплексного применения методов наблюдений (например, гидрогеологических и геофизических) перерастает в **наблюдательный полигон**. В пределах наблюдательного полигона оборудуется система наблюдательных скважин и экспериментальных площадок, предназначенных для изучения конкретных инженерно-геологических, гидрогеологических и геокриологических явлений и процессов.

В зависимости от таксономического ранга наблюдательного полигона на них решаются разные задачи. Полигоны низшего ранга – детальные наблюдательные полигоны, предназначенные для решения различных узких задач сбора первичной информации на участках, типовые условия которых соответствуют опорному полигону.

Опорный полигон соответствует локальному уровню исследований и оборудуется на типовом (опорном) участке, характеризующем какую-либо таксономическую единицу инженерно-геологического типологического районирования.

Разновидностью **опорных полигонов** являются так называемые **фоновые полигоны**, или полигоны для сбора фоновой информации на территории, не затронутой техногенными воздействиями. На территории суши Земли площадь неизмененных или незначительно измененных человеком земель постоянно сокращается и сейчас составляет около 15% площади суши, 30% территории составляют частично преобразованные земли и 55% территории, интенсивно измененные и используемые человеком. На региональном уровне исследований в качестве таких участков для оценки фоновых значений показателей может использоваться существующая в России сеть биосферных заповедников и заказников, которая включена в систему глобального мониторинга природ-

ной среды. Биосферные заповедники или заказники разного ранга имеются практически во всех административных районах России.

Совокупность ряда опорных полигонов образует **региональный наблюдательный полигон**. Такие полигоны позволяют устанавливать наиболее общие региональные закономерности изменения геологической среды на всей территории.

Специальные наблюдательные полигоны создаются для наблюдений за какими-либо негативными процессами на различных ответственных или уникальных сооружениях. Сложность таких сооружений (например, гидроузла, АЭС и т.п.) обуславливает проведение особых защитных инженерных мероприятий и, соответственно, особых наблюдений, проводимых по специально составленной программе. В связи с этим в системе мониторинга геологической среды специальные полигоны выделяются в отдельный вид.

Опытно-методический полигон в системе мониторинга геологической среды выполняет роль испытательного. В отличие от опорных участков на опытно-методических полигонах ведется проверка и отработка всевозможных методов контроля и сбора первичной информации за элементами геологической среды или ПТС, проводятся натурные эксперименты, отрабатываются модели и т.д.

Изыскательские полигоны служат для кратковременных (на период изысканий) исследований и режимных наблюдений в системе мониторинга. Исследования на них ведутся в соответствии с действующими нормативными документами. Такие полигоны создаются на начальных стадиях формирования наблюдательной сети мониторинга, на стадиях предварительных исследований и т.п.

Комплексная реализация мониторинга геологической среды хорошо иллюстрируется В.А. Королевым (1995), который в содержание организации мониторинга включает три основных блока: 1) типологическое инженерно- геологическое районирование геологической среды рассматриваемой территории; 2) техногенные воздействия, отражаемые на карте в соответствии с их типизацией; 3) наблюдательная сеть мониторинга. На рисунке 3.2.1 показан фрагмент схематической карты специального инженерно-геологического районирования территории, на которой предполагается создать систему мониторинга.

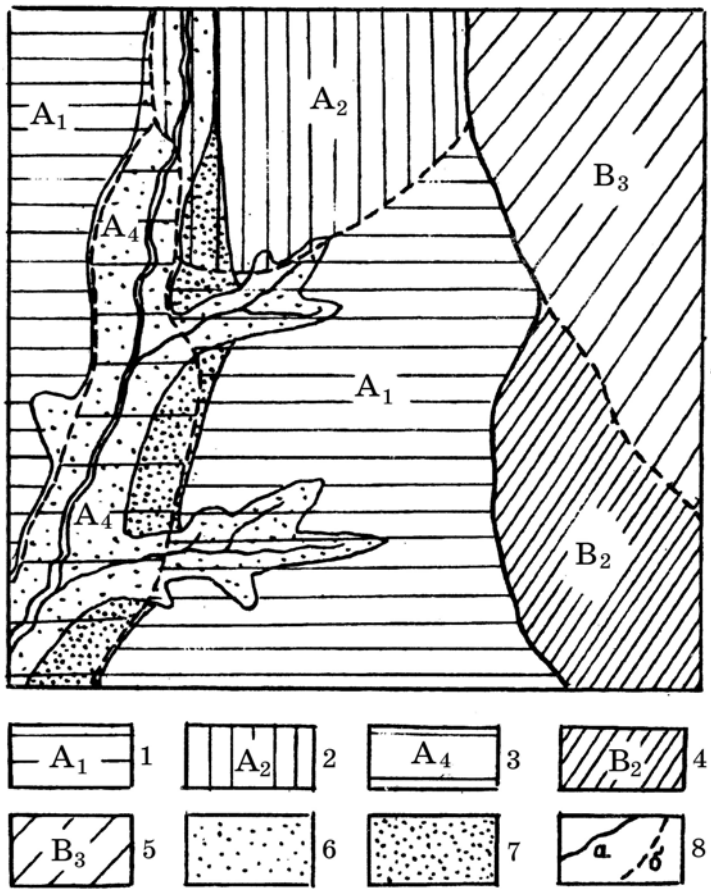


Рис. 3.2.1. Схематическая карта специального инженерно-геологического районирования территории (фрагмент): 1-5 – районы и подрайоны и их номера; 6 – аллювиальные отложения поймы; 7 – аллювиальные отложения I надпойменной террасы; 8 – границы районов (а) и подрайонов (б) (по В.А. Королеву, 1995)

Эта карта построена на основе базовых карт – геологической, геоморфологической, инженерно-геологической и гидрогеологической. Схематическая карта хозяйственного освоения данной территории содержит информацию о расположении всех источников техногенных воздействий и их последующего анализа с учетом оказываемых ими техногенных воздействий (рис. 3.2.2)

На следующем этапе работ составляется схематическая карта техногенных воздействий (рис.3.2.3)**,** на которой также содержится информация об их пространственном распространении, о зонах влияния инженерных сооружений, интенсивности воздействий (слабое, сильное и т.п.).

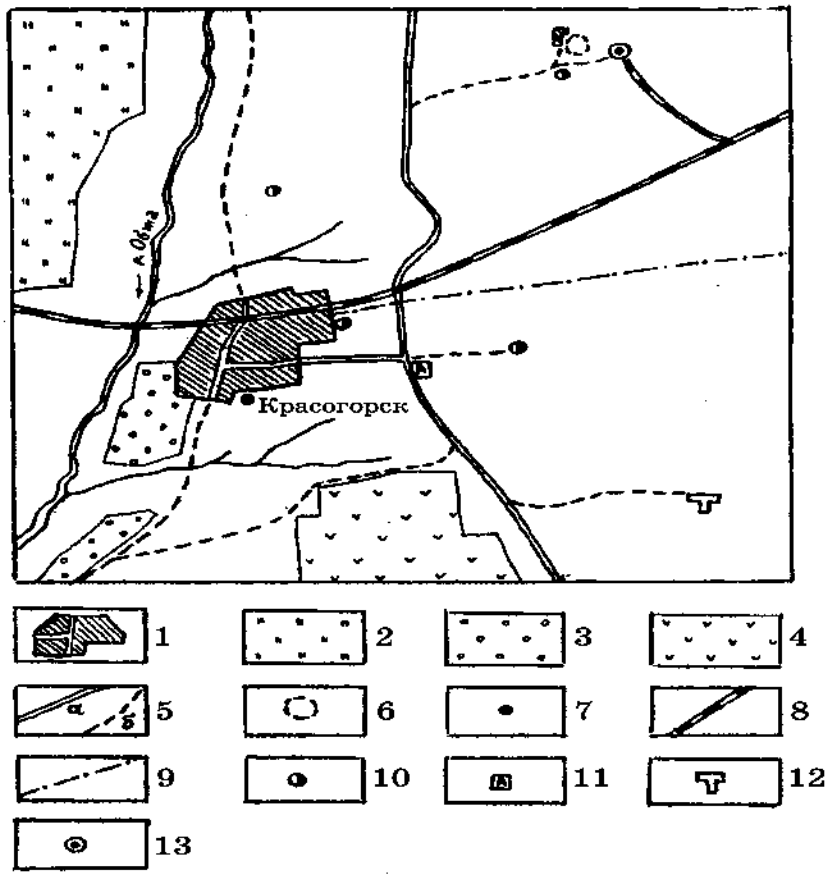


Рис. 3.2.2. Схематическая карта хозяйственного освоения территории (фрагмент): 1 – населенный пункт; 2 – пашня (зерновые культуры); 3 – огороды (овощные культуры); 4 – поля орошения; 5 – дороги: шоссейные (а), грунтовые (б); 6 – карьеры; 7 – водозаборы; 8 – электрифицированная железная дорога; 9 – ЛЭП; 10 – свалки ТБО; 11 – АЗС; 12 – животноводческие фермы; 13 – цементный завод (по В.А. Королеву, 1995)

Такая карта строится на основе аналитического материала, съемочных работ и специальных исследований. Для исключения перегруженности карты источники техногенных воздействий на ней не показаны, но тем не менее она анализируется вместе с предыдущей картой. Эта карта очень важна в системе мониторинга, поскольку позволяет выявить опасные в эколого-геологическом отношении участки. Анализ этой карты позволяет подойти к возможности оценки пространственной сети системы пунктов получения информации (СППИНФ) для целей мониторинга. Сопоставление карт районирования и техногенных воздействий позволяет выявить особенности пространственного изменения зон влияния, а значит обоснованно разместить наблюдательную сеть мониторинга.

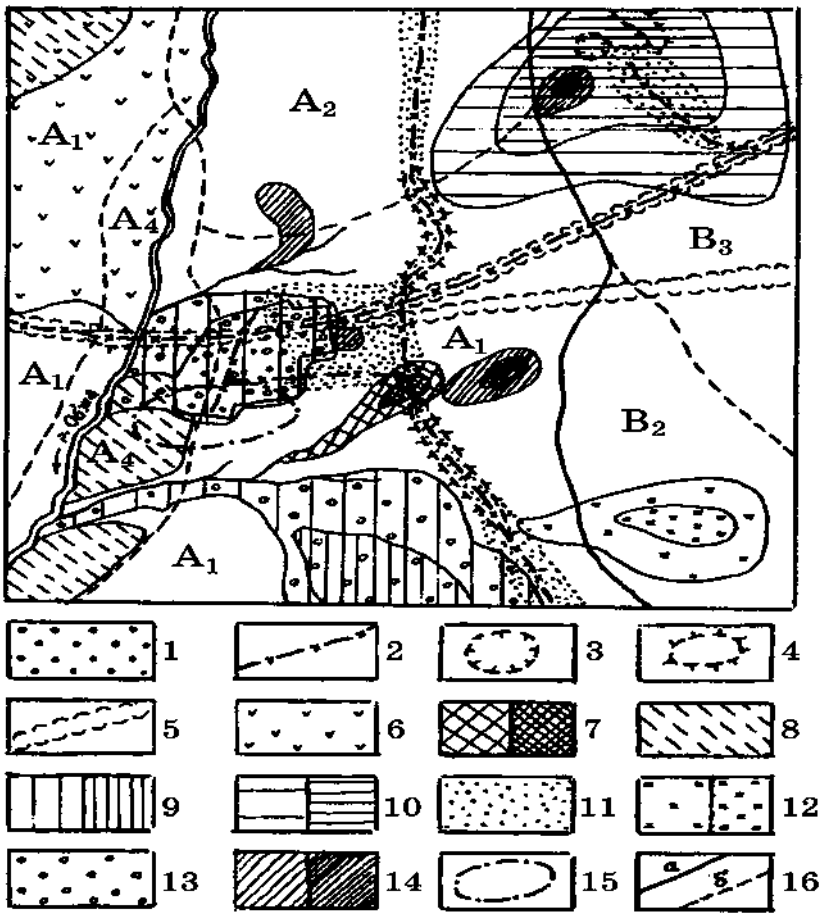


Рис. 3.2.3. Фрагмент карты техногенных воздействий на геологическую среду. Механическое воздействие: 1 – статическое уплотнение; 2 – виброуплотнение; 3 – рытье котлованов; 4 – создание насыпей. Электромагнитное воздействие: 5 – наводка электрических полей. Химическое загрязнение: 6 – гербицидное; 7 – углеводородное (слабое, сильное); 8 – засоление; 9 – сточными водами (слабое, сильное); 10 – цементной пылью (слабое, сильное); 11 – тяжелыми металлами; 12 – нитратное. Биологическое загрязнение: 13 – бактериологическое; 14 – микробиологическое. Гидродинамическое воздействие: 15 – откачки; 16 – границы районов (а) и подрайонов (б) (по В.А. Королеву, 1995)

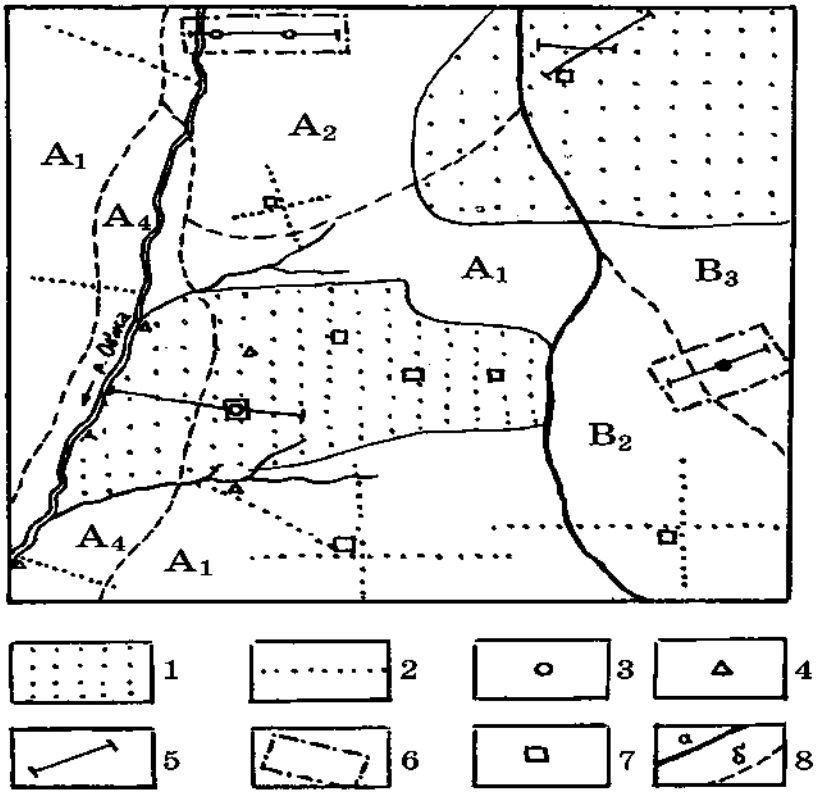


Рис. 3.2.4. Фрагмент карты-схемы организации мониторинга геологической среды. Наблюдательная сеть: 1 – площадное точечное наблюдение; 2 – линейное точечное наблюдение; 3 – куст наблюдательных скважин; 4 – гидрогеологический пост; 5 – геофизический профиль; 6 – опорный участок фоновых наблюдений; 7 – наблюдательная площадка; 8 – границы районов (а) и подрайонов (б) (по В.А. Королеву, 1995)

Фрагмент карты-схемы организации наблюдательной сети мониторинга той же территории показан на рисунке 3.2.4.

Легенда к ней разработана на основе классификации компонентов наблюдательной сети применительно к данному масштабу картографирования. На карте-схеме также показываются участки районирования. Рассмотренный здесь в качестве примера порядок составления карты-схемы организации мониторинга геологической среды территории раскрывает лишь общую схему картографирования. Однако в каждом конкретном случае эта схема так же, как и информация, отражаемая на этих картах, может видоизменяться.

Объем работ и количество проб при мониторинге определяется сетью наблюдения. Расстояние между точками обязательного наблюдения меняется в зависимости от масштаба и площади работ. Сгущение сетки наблюдений проводится на участках с особо сложным ландшафтным строением и при наличии нескольких крупных и удаленных друг от

друга загрязнителей, при различных способах поступления загрязняющих веществ от загрязнителя на изучаемую территорию и в других аналогичных случаях с особо сложными зкологическими условиями**.**

Следует иметь в виду, что в отдельных случаях за пределами санитарно-защитной зоны более рационально использование векторной системы опробования с учетом преобладающей розы ветров.

Выбор природных сред в точках опробования определяется конкретной ситуацией и может быть как комплексной, так и индивидуальной.

Непосредственно геоэкологические исследования включают изучение поверхности, проходку шурфов и скважин, опробование пород, почв, вод, биогенной массы, атмосферных осадков, снежного покрова. Шурфы предназначены для изучения полного профиля почвы, глубина их до 2-2,5 м (сечение – 1,25 $м^2$) в зависимости от глубины залегания плотной породы или появления воды. Для изучения коренных пород, подстилающих почвы, и вскрытия грунтовых вод рядом с шурфами проходятся скважины глубиной до 3 метров. Такая комбинированная горно-буровая выработка может представлять собой основную точку наблюдения при мониторинге. Привязка точек наблюдения должна осуществляться приборами спутникового позиционирования (GPS).

Точки наблюдения располагаются по профилям, позволяющим выполнить комплексное опробование компонентов природной среды водоразделов, склонов и долин с изучением элементарных ландшафтов (элювиальные, трансэлювиальные, супераквальные и субаквальные), конечных бассейнов твердого и жидкого стока. Количество отбираемых проб почв и пород рассчитывается с учетом сети опробования и необходимости охарактеризовать все генетические горизонты почв, а также материнские породы и элементарные ландшафты. Все остальные природные среды отбираются в количестве необходимых для составления статистически значимых выборок и построения схем распределения загрязняющих компонентов.

Помимо профильной системы и опорных разрезов, характеризующих его подпочвенный слой, растительность и живые популяции возможна (по мере необходимости) проходка неглубоких (до 150 метров) и глубоких (до 500 метров и более) гидрогеологических скважин.

Неглубокие скважины необходимы для изучения экологического состояния вод первых от поверхности водоносных горизонтов как естественных элементов геологической среды. Они закладываются в различных геоморфологических условиях с тем, чтобы изучить все первые от поверхности водоносные горизонты. Глубокие скважины

проходятся при отсутствии на площади пробуренных гидрогеологических скважин или невозможности повторного их опробования. Глубокие скважины позволяют охарактеризовать геохимический облик по макро- и микрокомпонентам, радиоактивным элементам подземных вод глубоких горизонтов.

3.3. Методы подготовки проб к лабораторным исследованиям

Перед выполнением аналитических исследований осуществляется подготовка проб к анализам, причем пробоподготовки проводится согласно рекомендаций конкретного вида анализа.

Пробы снега и пыле-аэрозольных выпадений проходят специальную пробоподготовки согласно методических рекомендаций (Методические …, 1982).

Пробы пыле-аэрозольных выпадений и почв для f-радиографии подвергаются специальной пробоподготовки, связанной с последующим облучением проб в реакторе.

Пробоподготовка растений связана с озолением проб, которая проводится в лабораторных условиях с различным для каждого типа растений периодом выдержки в электропечи (Алексеенко, 2000). Для озоления необходимо достичь появление равномерной окраски золы (белая, пепельно-серая, коричневая) и отсутствие черных углей. Потери при озолении определенной части летучих элементов обычно не препятствует выявлению биохимических аномалий (Ковалевский и др., 1967; Ковалевский, 1991).

Отбор проб биологических тканей и внутренних органов мелких грызунов и птиц для определения в них содержания радионуклидов и тяжелых металлов проводится согласно инструкции (Инструкция …, 1993).

Пробы волос проходят специальную подготовку, включающую обезжиривание волос.

Гидрохимические пробы до отправки в лабораторию следует хранить в местах, исключающих попадание прямых солнечных лучей и требуют специальных способов консервации.

3.4. Перечень и содержание материалов

Основными схемами, составляемыми по результатам работ, являются обязательные и вспомогательные (Требования …, 1990). На этих

схемах выделяются эпицентры загрязнения и источники загрязнения. Приводятся врезки более крупного масштаба с результатами режимных наблюдений в эпицентре загрязнения.

К обязательным относятся следующие схемы:

- геоэкологическая;
- геохимическая;
- гидрогеодинамическая;
- защищенности подземных вод от загрязнения;
- прогнозной динамики ГС;
- оценки состояния ГС и районирования по комплексам природоохранных мероприятий.

Геоэкологическая схема является основным документом мониторинга и представляет собой синтез полученной в процессе работ информации.

Сплошной и прерывистой закраской показываются фоновые и аномальные содержания элементов и соединений, загрязняющих ГС и ее компоненты. Для подземных вод и почв показываются отклонения концентраций загрязняющих веществ от нормируемых ГОСТом или ПДК. На схеме индексами отображается также генезис ареалов загрязнения (миграция подземных вод, зоны инфильтрации и т.д.). На схеме показывается распределение загрязнения по вертикали на типовых участках. Контурами и знаками выделяются техногенные изменения гидрогеологических условий: границы и параметры депрессионных воронок, зон подпора грунтовых вод, техногенных участков питания и разгрузки подземных вод, площади, где произошли изменения температуры, минерализации и химического состава поземных вод, по возможности скорости гидрогеологических процессов (инфильтрации, изменений уровней грунтовых вод и т.п.).

Различными видами, наклоном и цветом штриховок показываются участки с проявлениями различных типов ЭГП и интенсивность их проявления в заданных границах.

Выделяются территории, где произошли изменения других компонентов ландшафта (растительности, поверхностных вод) под влиянием нарушений ГС.

Схема защищенности подземных вод от загрязнения показывает возможности поступления загрязняющих веществ в подземные воды через зону аэрации, составляется по методике, разработанной В.М. Гольдбергом (Методические …, 1980). При этом учитывается литологический состав и мощность пород зоны аэрации, особенности пород зоны аэрации с учетом их сорбционной способности как главного фактора защитной способности ГС. На схеме показываются также

источники загрязнения, участки водоносных горизонтов и комплексов, где подземные воды загрязнены. Показываются возможные направления миграции загрязнения с подземными водами.

На схеме прогнозной динамики ГС показываются результаты геоэкологических прогнозов. Основной раздел легенды карты должен быть посвящен оценке направленности экологических изменений ГС в трех средах – почвах, породах зоны аэрации, грунтовых водах. Динамика ГС оценивается по направленности процессов: ухудшение, улучшение, относительная стабильность. На карте показываются также конкретные результаты геоэкологических прогнозов по отдельным параметрам и процессам, изменения загрязненности почв, пород зоны аэрации и грунтовых вод, интенсивности ЭГП и т.п. При этом должны учитываться генетические цепочки процессов. Например, интенсивное загрязнение почв может привести к снижению их защитной способности, последующему загрязнению пород зоны аэрации и грунтовых вод. Подъем уровней грунтовых вод в результате орошения в аридных районах может привести к понижению минерализации вод, засолению почв и пород зоны аэрации, снижению их сейсмостойкости, активизации просадочно-суффозионных и других процессов.

Схема оценки состояния ГС и районирования по комплексам природоохранных мероприятий предназначена для пользователей геоэкологической информации, в первую очередь проектировщиков. Рекомендуется выделять три категории территорий с различной нарушенностью ГС: слабо-, средне- и интенсивно измененные.

Территории со слабоизмененной (или неизмененной) ГС характеризуются состоянием, близким к естественному, и, как правило, экологически безопасны, за исключением районов, где наблюдаются природные повышенные концентрации в различных средах нормируемых компонентов.

На территории со средней интенсивностью нарушений ГС экологическая обстановка изменена на 20-25% площади. При усилении воздействия на ГС ее состояние потребует проведения существенных природоохранных мероприятий.

Интенсивные негативные изменения ГС связаны с мощным техногенным воздействием, сопровождающимся практически сплошным развитием ГТС (50% и более). Для устранения подобных нарушений ГС необходимо проведение длительных и дорогостоящих природоохранных мероприятий.

Для отображения экологического состояния ГС рекомендуется закраска контуров по принципу светофора: зеленый цвет –

благоприятное состояние, желтый – относительно благоприятное, красный – неблагоприятное.

Вспомогательные схемы дифференцируются на аналитические и синтетические. К аналитическим схемам относятся:

- ландшафтные;
- моноэлементные, отражающие концентрации отдельных элементов в почвообразующих породах, почвах, пыле-аэрозольных выпадениях, поверхностных и подземных водах, растительности, биогенной массы, на которых изолиниями выделяются поля (зоны) разных содержаний того или иного компонента (в абсолютных или нормированных по отношению к фону или ПДК содержаниях);
- схемы геохимических ассоциаций, на которых выделяются зоны (поля), характеризующиеся развитием тех или иных ассоциаций металлов (что отражает принадлежность к одному источнику загрязнения) или степенью токсичности (что отражает различный уровень опасности зон);
- вспомогательные, отражающие распределение различных количественных показателей по средам опробования с показом контуров комплексных аномалий;
- схема проницаемости пород зоны аэрации;
- схема проявлений отдельных ЭГП;
- схема фактического материала.

Схема техногенной нагрузки на территорию отражает расположение различных техногенных объектов и систем с оценкой возможной направленности техногенного воздействия. Помимо техногенных объектов, оказывающих на ГС региональное влияние, на схеме должны быть отражены и локальные техногенные объекты. Виды техногенных объектов и систем показываются буквенными обозначениями в пределах распространения типологических единиц ГС.

Основная терминология на английском языке

Ареал - Areal, geographical range
Биоиндикатор - Bioindicator
Биокосные вещества - Biologically inert substances
Воды поверхностные - Surface water, day water, land water
Геолого-экологические (геоэкологические) исследования - Geoeco-logical swivey
Геолого-экологические исследования и картографирование (ГЭИК) - Geoecological survey and map production

Геофизика - Geophysic
Геохимия - Geochemistry
Геоэкология - Geoecology
Гидробиосфера - Hydrobiosphere
Гидрогеология - Hydrogeology
Гидрология – Hydrology
Деградация ландшафта - Landscape degradation
Дистанционные методы исследования окружающей среды - Remote sensing of environment
Заболевание профессиональное - Professional disease, occupational disease
Загрязнение тяжелыми металлами - Heavy metalls pollution
Загрязнение химическое - Chemical pollution
Загрязнение физическое - Physical contamination
Загрязнение электромагнитное - Electromagnetic pollution
Источник загрязнения - Source of pollution
Карта - Map, chart
Карта геолого-экологическая – Geological-ecological map
Картирование отвалов - Mapping of dumps
Картографирование экологическое - Cartographical map production
Кларки элемента - Clarkes, crustal abundances
Ландшафт - Landscape
Ландшафт антропогенный - Anthropogenic landscape
Ландшафт геохимический - Geochemical landscape
Миграция - Migration, travel
Микроэлемент - Minor element, trace element
Нагрузка на ландшафт предельно-допустимая - Maximum permissible landscape loan
Объект - Object
Объект геоэкологических исследований - Geoecological study area
Почва – soil, ground, earth
Районирование - Zonation, geographical demarcation
Рельеф - Relief, topography
Съемка геологическая - Geological survey
Съемка геофизическая - Geophysical survey
Съемка инженерно-геологическая - Engineering geological mapping
Съемка литогеохимическая - Lithogeochemical survey
Территория - Territory, area
Фактор селитебный - Urban factor
Фон природный - Natural background

Глава 4. Мониторинг состояния отдельных природных сред и экзогенных геологических процессов

4.1. Мониторинг атмосферного воздуха

4.1.1 Общая характеристика

Главными компонентами атмосферного воздуха являются газы, представленные в таблице 4.1.1.

Таблица 4.1.1

Состав сухого незагрязненного воздуха
(Тарасов и др., 2000)

Газ	Концентрация по объему
Азот (N_2)	78,084%
Кислород (O_2)	28,946%
Аргон (Ar)	0,934%
Диоксид углерода (CO_2)	340 млн$^{-1}$ (переменная)
Неон (Ne)	18,18 млн$^{-1}$
Гелий (He)	5,24 млн$^{-1}$
Метан (CH_4)	1,3-1,6 млн$^{-1}$
Водород (H_2)	0,5 млн$^{-1}$
Оксид азота (NO_2)	О,25-0,35 млн$^{-1}$
Ксенон (Xe)	0,087 млн$^{-1}$

Совокупность мельчайших твердых частиц и капель, подверженных броуновскому движению и обладающих пренебрежимо малой способностью к седиментации, называется аэрозолем. Обычно радиус аэрозольных частиц менее 1 мкм. Более крупные частицы принято называть пылью. Даже самый чистый атмосферный воздух всегда содержит аэрозоль, поскольку последний образуется в результате естественных процессов и без участия человека.

Несмотря на свои малые размеры и невысокие концентрации аэрозольные частицы играют исключительно важную роль в формировании климата и тех рисков здоровью населения, которые всегда сопровождают человеческую деятельность. Особенно опасны радиоактивные аэрозоли.

Вода в атмосферном воздухе составляет менее 2% и ее следует рассматривать как важнейшую составляющую, определяющую протекание многих химических реакций в атмосфере и являющуюся

основным источником гидроксил-радикалов. Последние, как известно, обуславливают трансформацию многих органических и неорганических веществ в атмосфере. Наличие паров воды – обязательное условие образования атмосферных смогов лондонского типа.

Разнообразные технологические процессы и виды человеческой деятельности являются источником многочисленных газовых примесей в атмосфере (Берлянд, 1975; Методические ..., 1990). К таким примесям относятся прежде всего диоксид серы – SO_2 и монооксид углерода – CO, выбрасываемые в больших количествах предприятиями цветной металлургии и тепловыми электростанциями (SO_2), а также предприятиями черной металлургии (CO) (Анданьев и др., 1973). Знание уровня их концентрации в регионах важно, поскольку нормирование выбросов зависит от величины фоновых концентраций нормируемых веществ. В случае SO_2 и CO региональные фоновые концентрации колеблются в весьма широких пределах, оставаясь все же ниже ПДКсс. Превышения над фоновыми в среднем составляют: CO – до 1250 раз, SO_2 – до 300 раз, NO_2 – до 25 раз.

Основными показателями качества атмосферного воздуха, характеризующими воздействие на природную среду, являются: критические нагрузки (потоки массы в единицу времени в объект окружающей среды); критические уровни концентрации ЗВ (максимальные значения выпадений концентраций в атмосферном воздухе), которые не приводят к вредным воздействиям на структуры и функции экосистем в долговременном плане. Основные критерии опасности загрязнения воздуха основаны на санитарно – гигиеническом нормативе – предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных примесей. В России при установлении ПДК принимается самый низкий уровень воздействия, когда еще не обнаруживается никакого прямого или косвенного вредного воздействия загрязнения на человека. Для оценки степени кратковременного воздействия примеси на организм человека применяются максимальные разовые ПДК, относимые к 20 - 30 минутному интервалу времени. Уровень загрязнения атмосферы обычно описывается набором статических характеристик для ряда измеряемых вредных веществ. Для оценки степени загрязнения атмосферы средние (максимальные) концентрации веществ нормируются на величину средней (максимальной) концентрации для большого региона или на санитарно – гигиенический норматив (ПДК). Нормированные характеристики загрязнения атмосферы иногда называют индексом загрязнения атмосферы (ИЗА). В практической работе используют большое количество различных ИЗА. Некоторые из них основаны на косвенных показателях загрязнения атмосферы,

например, на видимости атмосферы, на коэффициенте прозрачности (Тарасов и др., 2000).

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) рассчитывается по формуле:

$$ИЗА = \sum[C_i/ПДК_i] \times K_i,$$

где C_i - содержание вещества;
K_i- коэффициент, учитывающий класс опасности.

Величины ИЗА:

< 2.5	чистая атмосфера
2.5- 7.5	слабо загрязнённая
7.5- 12.5	загрязнённая
12.5- 22.5	сильно загрязнённая
22.5- 52.5	высоко загрязнённая
> 52.5	экстремально загрязнённая

ИЗА можно разделить на 2 основные группы:

1. Единичные индексы загрязнения атмосферы одной примесью.
2. Комплексные показатели загрязнения атмосферы несколькими веществами.

4.1.2. Метеорологические условия и распространение загрязняющих веществ. Потенциал загрязнения атмосферы

Перенос веществ на большие расстояния, например, из северного полушария в южное, т. е. из мест наиболее интенсивной промышленной деятельности человека в места относительно менее нагруженные, происходит с воздушными потоками – ветрами. Известно, что существуют ветры, господствующие на протяжении большей части года. Они обусловлены общей циркуляцией атмосферы под действием разогрева воздуха солнцем. Определенный вклад в движение атмосферы вносит и вращение земли (кариолисово ускорение). Хотя общие причины и силы, приводящие к глобальным течениям хорошо определены, точность детального предсказания таких течений (предмет метеорологии) остается пока невысокой.

Известно, что ни одно предприятие не может функционировать без выбросов в атмосферу или сбросов в водоемы или водотоки. Попадая в эти текучие среды, вещества должны быть как можно быстрее и тщательнее перемешаны с принимающей средой, чтобы концентрация в регламентируемых точках не превышала нормативные (допустимые) значения. При этом используется свойство текущих сред переносить вещество и момент количества движения во всех

направлениях (в т. ч. и против основного потока). Такое свойство движений, если они упорядочены, связано с конвекцией, а при больших интенсивностях в случае потери дальнего порядка – с турбулентностью.

Существуют три механизма, приводящие к уменьшению концентрации ЗВ в атмосфере:

1. уже названное выше рассеяние (путем конвективного и турбулентного) перемешивания выбросов в атмосфере;
2. деградация (трансформация), в результате химических и биохимических процессов;
3. иммобилизация, т. е. потеря подвижности загрязняющих веществ (ЗВ) в результате физико-химических процессов адсорбции или биохимических процессов поглощения.

Рассеяние – основной и самый дешевый способ достижения существующих нормативов. Его, конечно, нельзя назвать идеальным с точки зрения устранения загрязнения атмосферы. Расчет делается на пороговый характер проявления негативных воздействий и на самоочищающую способность атмосферы. Движущей силой процесса рассеяния с термодинамической точки зрения является стремление системы к сглаживанию градиентов химического потенциала.

Деградация – термин, строго говоря, относящийся к органическим веществам, для неорганических веществ чаще используют термин трансформация. Отмечают химические, фотохимические и биологические виды деградации и трансформации. Трансформация неорганических веществ сопровождается изменением форм существования ЗВ (комплексообразование, гидролиз, реакции окисления - восстановления).

Свойство атмосферы рассеивать загрязнение количественно определяется величиной потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА), который введен в США и в последнее время широко используется у нас. Строгого определения данное понятие не получило. Из общих соображений ясно, что более высокий ПЗА соответствует таким метеорологическим условиям, при которых создаются более высокие концентрации примесей в приземном слое воздуха. Но даже при одинаковых метеорологических условиях источники различной высоты будут создавать различное распределение концентраций по высоте. Так, в случае высоких источников наибольшие концентрации у земли достигаются при опасной скорости ветра, имеющей существенные турбулентные составляющие сверху вниз. Однако те же условия должны способствовать переносу примеси вверх от низких источников (например, автомобилей) и очищению приземных слоев.

4.1.3. Система мониторинга

Стокгольмская конференция (1972) по окружающей среде положила началу созданию глобальных систем мониторинга состояния окружающей среды (ГСМОС/ GEMS), включая и систему наблюдения за состоянием атмосферного воздуха. Последняя является сложной информационной системой, оперирующей данными на всех земных масштабах и уровнях, начиная с глобального уровня и кончая импактными уровнями.

Всю систему мониторинга воздушной среды представляют в виде пирамиды, на самом верху которой проводятся фоновые измерения в самых чистых местах планеты, удаленных от мест активной человеческой деятельности на тысячи километров. Ниже на пирамиде располагается система регионального мониторинга, еще ниже – импактного («impact» - воздействие).

Система была бы неполной, если бы не включала наблюдение за источниками выбросов на самих предприятиях (мониторинг источников). Мониторинг источников на российских предприятиях осуществляется внутренними службами. Это делается не повсеместно, а только на самых крупных, передовых предприятиях повышенной опасности. Более того, экономическая ситуация последнего времени стала главным препятствием на пути развития внутризаводского контроля источников выбросов. В реальности указанная пирамида мониторинга воздуха в России оказалась «повисшей в воздухе». Именно поэтому в проекте единой государственной системы экологических наблюдений (ЕГСЭН) мониторингу источников отведено важное место в общей системе экологических наблюдений.

Состав газовых выбросов в источнике полностью определяется в качественном и количественном отношениях технологией и ее совершенством. Уровни концентраций ЗВ в источнике превышают ПДКсс в десятки тысяч раз. Аналитическая задача не сложна, поскольку состав известен и достаточно стабилен, а уровни концентраций высоки и не требуют предварительного концентрирования пробы. Все трудности связаны с взятием представительной пробы из источника, поскольку газовые потоки часто гетерогенны, нагреты до высокой температуры и неоднородны по времени и диаметру газохода. Здесь перспективны неконтактные методы анализа, не требующие взятия проб.

Состав и уровни концентраций в значительной мере определяются технологиями производств, создающих загрязнение. В данном случае физико-химические процессы в окружающей среде и метеорологические условия начинают играть существенную роль в создании на-

блюдаемых уровней концентраций ЗВ. Последние иногда превышают ПДКсс в десятки раз. Наблюдения осуществляются на стационарных, передвижных и подфакельных постах.

Значительное удаление от предприятий приводит к тому, что уровни концентрации ЗВ оказываются ближе к фоновым, обычно в пределах ПДК сс или даже ниже. Мониторинг относится к аэроаналитическим задачам, в которых роль воздушных течений исключительно велика. Необходим учет всей региональной деятельности, включая и сельскохозяйственную, при этом прямую связь между загрязнением атмосферы и конкретными технологиями установить нелегко. Обычно приходится иметь дело с целым рядом вторичных веществ, возникших в результате фотохимических и биологических процессов.

Региональный мониторинг дает возможность стыковать данные импактного и данные глобального фонового мониторинга, а также позволяет выявить основные пути распространения ЗВ на большие расстояния.

Рост выбросов вредных веществ в атмосферу в результате процессов индустриализации и урбанизации ведет к увеличению содержания примесей на значительном расстоянии от источников загрязнения и к глобальным изменениям в составе атмосферы, что в свою очередь может привести к многим нежелательным последствиям, в т. ч. и к изменению климата. В связи с этим необходимо определять и постоянно контролировать уровень загрязнения атмосферы далеко за пределами зоны непосредственного действия промышленных источников и тенденцию его дальнейших изменений.

Нарастающая острота проблемы загрязнения окружающей среды в глобальном масштабе привела к созданию в семидесятые годы комитета ООН по окружающей среде (UNEP), которым было принято решение о создании Глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС), предназначенной для наблюдения за фоновым состоянием биосферы в целом и в первую очередь за процессами ее загрязнения.

4.1.4. Общегосударственная система наблюдения и контроля атмосферного воздуха (ОГСНКа)

Общегосударственная система наблюдения и контроля атмосферного воздуха (ОГСНКа) является составной частью Общегосударственной системы наблюдений и контроля (ОГСНК) за состоянием природной среды. ОГСНК состоит из двух уровней мониторинга:

1. импактный мониторинг;
2. региональный мониторинг, включая фоновый.

В России существует сеть станций, которая ведет наблюдения за содержанием ЗВ в атмосфере. Эти станции расположены в 253 городах, в среднем по 2 станции на город. Наблюдениями охвачено до 2/3 городского населения. Число стационарных постов определяется в зависимости от численности населения в городе, площади населенного пункта, рельефа местности и степени индустриализации. Правила организации наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы в городах и населенных пунктах изложены в ГОСТе 17.2.3.01–86. В зависимости от численности населения устанавливается: 1 пост – до 50 тыс. жителей; 2 поста – 50–100 тыс. жителей; 2–3 поста – 100–200 тыс. жителей; 3–5 постов – 200–500 тыс. жителей; 5–10 постов более 500 тыс. жителей; 10–20 постов (стационарных и маршрутных) – более 1 млн. жителей.

Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы осуществляют на постах. Постом наблюдения является выбранное место (точка местности), на котором размещают павильон. Лабораторный павильон оснащён оборудованием "Пост- 1" или "Пост- 2". Измерения производят в 1.00. ч., 7.00. ч., 13.00. ч., 19.00 ч. по местному времени. Измеряют пыль, CO, SO_2, NO_2, пары серной кислоты, углеводороды, сероводороды, фенол, HF, содержание U, концентрации тяжёлых металлов и N; всего в сумме до 80 веществ. Все вещества подразделяются на 4 класса:

1. чрезвычайно опасные
2. высоко опасные
3. умеренно опасные
4. мало опасные.

Устанавливаются посты наблюдений 3-х категорий:

- стационарный;
- маршрутный;
- передвижной (подфакельный).

Стационарный пост предназначен для обеспечения непрерывной регистрации содержания ЗВ или регулярного отбора проб воздуха для последующего анализа. Маршрутный пост предназначен для регулярного отбора проб воздуха, когда невозможно или

нецелесообразно установить стационарный пост или необходимо более детально изучить состояние загрязнения воздуха в отдельных районах. Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника промышленных выбросов.

В обязательный перечень контролируемых веществ в городе включаются:

- растворимые сульфаты – в городах с населением более 100 тыс. человек;
- формальдегид и соединения свинца – в городах с населением более 500 тыс. человек;
- металлы – в городах с предприятиями черной металлургии;
- бенз(а)пирен – в городах с населением более 100 тыс. жителей и в населенных пунктах с крупными источниками выбросов;
- пестициды – в городах, расположенных вблизи крупных сельскохозяйственных территорий, на которых используются пестициды.

Информация по степени срочности:

- экстренная – это информация о резких изменениях уровня загрязнения воздуха (поступает в органы управления)
- оперативная (обобщённая за месяц)
- режимная (обобщённая за год).

В зависимости от метеорологических условий выделяют мероприятия трех групп:

1 группа - это мероприятия организационного характера, не требующие существенных затрат.

2 группа - ограниченный режим работы предприятий.

3 группа - постепенная приостановка предприятий.

4.1.5. Отбор и подготовка проб к анализу

Для снятия определенных параметров атмосферного воздуха может успешно применяться акустический термоанемометр ТАУ-1, разработанный **сотрудниками института оптического мониторинга СО РАН г.Томска (**рис. 4.1.1).

Акустический термоанемометр ТАУ-1 предназначен для без-

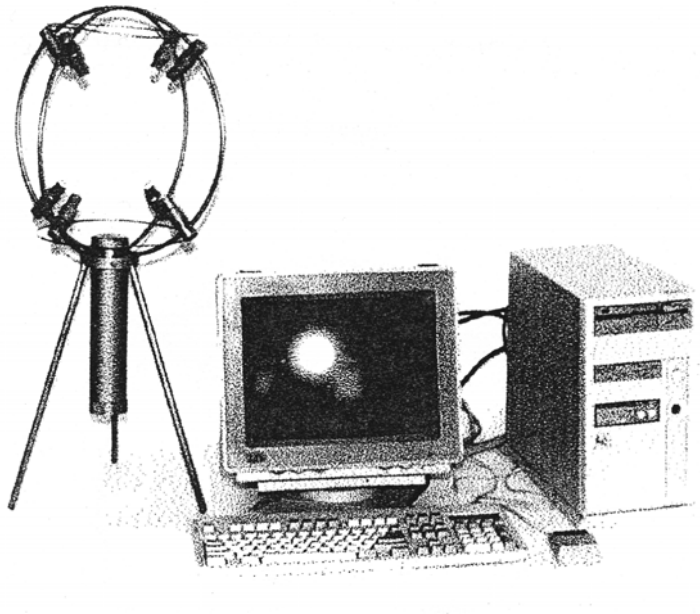


Рис. 4.1.1. Внешний вид акустического термоанемометра ТАУ-1.

инерционного измерения скорости и направления ветра в 3-х ортогональных координатах, а также одновременного определения температуры воздуха. Принцип действия акустического термоанемометра основан на измерении времени прохождения через воздушную среду короткого ультразвукового импульса, распространяющегося от акустического излучателя к приемнику и, затем, в обратном направлении. Движение воздушной среды приводит к задержке акустического сигнала, по величине которой определяют скорость движения воздуха и его температуру. Основными достоинствами термоакустического анемометра являются безинерционность измерений, высокая чувствительность и точность, регистрация истинной температуры воздуха, неискаженной воздействием на чувствительный элемент посторонних климатических факторов, полная автоматизация измерений, высокая надежность, обусловленная отсутствием датчиков, использующих механическое движение. Акустический термоанемометр устойчив к воздействию внешних климатических факторов, не подвержен обледенению и коррозии. Наряду с этим существуют также уникальные измерительные приборы и комплексы, созданные сотрудниками института оптики атмосферы СО РАН г. Томска (Региональный …, 1997; 1998).

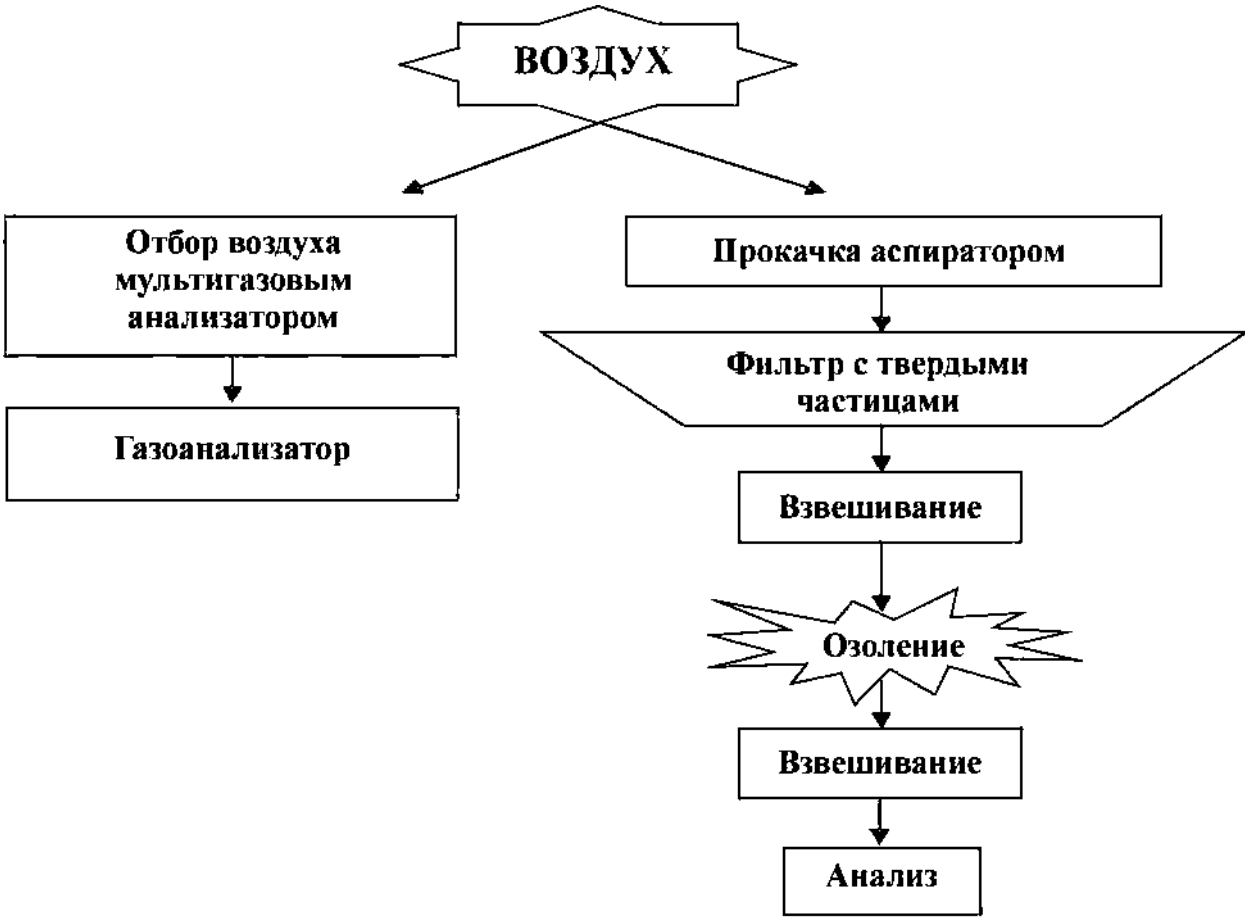


Рис. 4.1.2. Схема обработки проб атмосферного воздуха

Воздух для определения газового состава отбирается мультигазовым монитором 1302 и затем анализируется газоанализатором. Для определения тяжелых металлов воздух прокачивается аспиратором 822 с использованием беззольного фильтра. Перед началом работы фильтр необходимо взвесить. Прокачка через аспиратор продолжается 10 - 15 минут. Далее из аспиратора вынимается фильтр с твердыми частицами и взвешивается. Затем фильтр озоляется и снова взвешивается, после чего отправляется на анализ. Схема обработки проб показана на рисунке 4.1.2. Проба воздуха анализируется в соответствие с требованиями ГОСТа 17.2.1.04-77, ГОСТа 17.2.3.01-86, ГОСТа 17.2.4.02-82, ГОСТа 17.2.6.01-86.

4.2. Мониторинг загрязнения снегового покрова

4.2.1. Общая характеристика

Атмогеохимический метод исследований предназначается для изучения фоновой пылевой нагрузки и особенностей вещественного состава пылеаэрозольных выпадений района (Weiss, Herron, 1978). По опыту работы в Сибирском регионе, пылеаэрозольные выпадения анализируются, главным образом, путем отбора проб снега (Язиков, Рихванов, 1996; Шатилов, 2001; Язиков, 2001). Работы по отбору проб снега производятся обычно в конце зимы на профилях, ориентированных по направлению розы ветров, а также вкрест ее простирания. Пробы отбираются с учетом элементов рельефа и их экспозиции по отношению к направлению ветропылевого переноса (на водоразделах, склонах, террасах, поймах), а также на участках техногенных газопылевых выбросов, где сеть опробования сгущается.

4.2.2. Отбор проб и пробоподготовка

Снеговое опробование проводят методом шурфа на всю мощность снежного покрова, за исключение 5-и см слоя над почвой, с замером сторон и глубины шурфа. Фиксируется время (в сутках) от начала снегостава. Вес прбы – 10-15 кг, что позволяет получить при оттаивании 8-10 л воды. Опробование снега предполагает раздельный анализ снеговой воды и твердого осадка, который состоит из атмосферной пыли, осажденной на поверхность снегового покрова. Нерастворимая фаза выделяется путем фильтрации на беззольном фильтре; просушивается, просеивается для освобождения от посторонних примесей и взвешивается. Все дальнейшие работы выполняются с учетом методических рекомендаций приводимых в работах Василенко В.Н. и др. (Василенко и др., 1995), Назарова И.М. и др. (Назаров и др., 1978), методических рекомендациях ИМГРЭ (Методические..., 1982) и руководстве по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186-89). Места отбора проб желательно совмещать с основными точками наблюдений. В случае, когда отбор снега затруднен из-за метериологических условий, то отбор проб пыле-аэрозольных выпадений проводят с планшетов. Установка планшетов и сбор материала на них требует определенных методических приемов связанных с нанесением на поверхность скрепляющих материалов в виде вазелина или марлевого полотна.

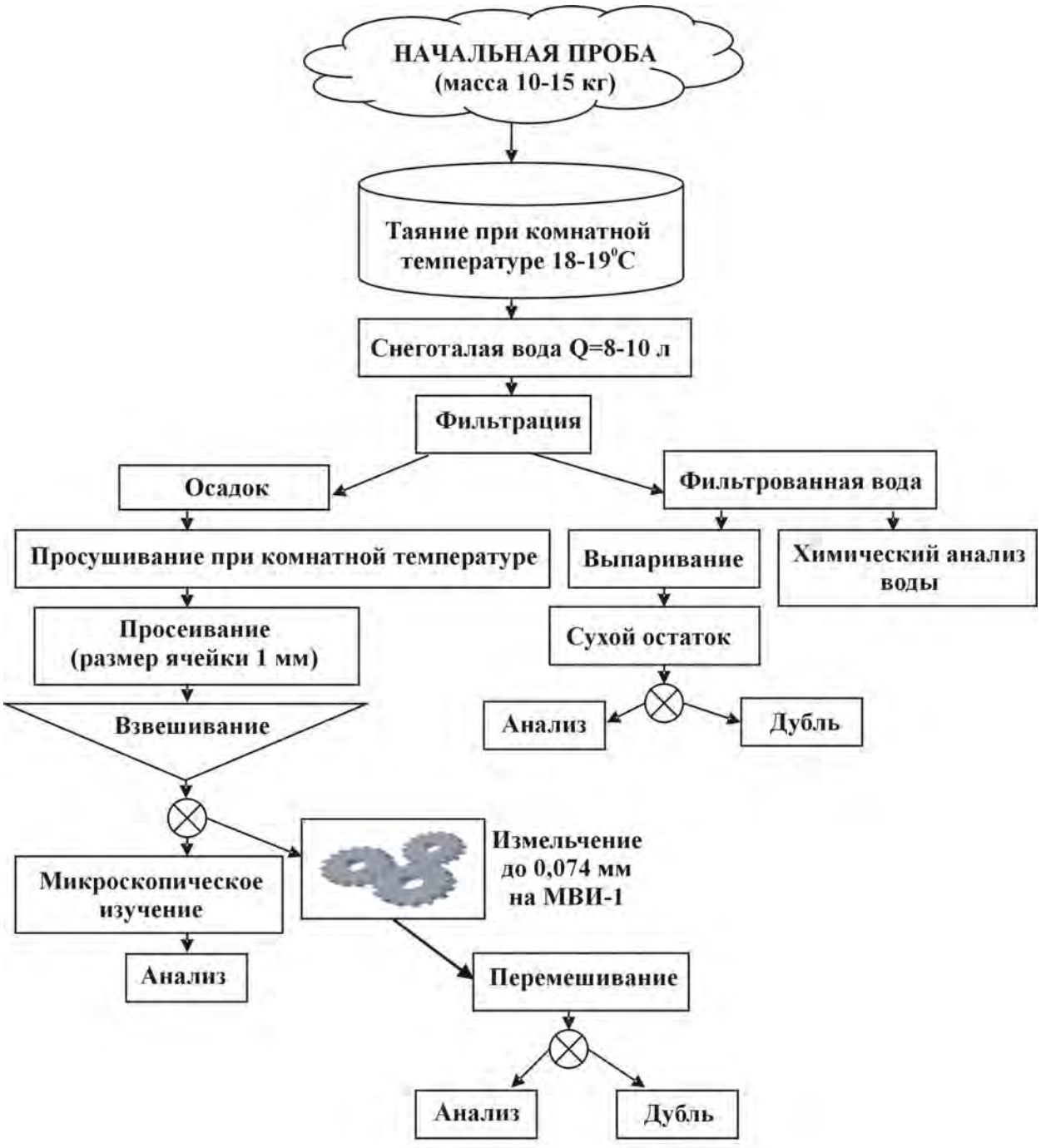


Рис. 4.2.1. Схема обработки и изучения снеговых проб

Пробоподготовка начинается с таяния снега, а затем включает следующие операции: фильтрация, высушивание, просеивание, взвешивание и истирание, что демонстрируется на рисунке 4.2.1.

Пробоподготовка снега предполагает раздельный анализ снеготалой воды, полученной при оттаивании, и твердого осадка, который состоит из атмосферной пыли, осажденной на поверхность снегового покрова.

снеготалую воду фильтруют. в процессе фильтрования получают твердый осадок на беззольном фильтре и фильтрованную снеготалую воду.

Просушивание проб также производится при комнатной температуре либо в специальных сушильных шкафах. Просушенные пробы просеиваются для освобождения от посторонних примесей через сито с размером ячейки 1 мм и взвешиваются. Разница в массе фильтра до и после фильтрования характеризует массу пыли в пробе.

4.2.3. Методика обработки результатов

Масса пыли в снеговой пробе служит основой для определения пылевой нагрузки $P_п$ в мг / ($м^2$ * сут) или кг / ($км^2$ * сут), т.е. количества твердых выпадений за единицу времени на единицу площади. Расчет ведется по формуле (Геохимия …, 1990):

$P_п=P / (S * t)$,

где P - масса пыли в пробе (мг; кг);

S - площадь шурфа ($м^2$; $км^2$);

t - время от начала снегостава (количество дней).

В практике работ используется следующая градация по среднесуточной нагрузке (Геохимия …, 1990):

- 0-250 - низкий уровень загрязнения;
- 250-450 - средний уровень загрязнения;
-450-800 - высокий уровень загрязнения;

более 800 - очень высокий уровень загрязнения.

Показателем уровня аномальности содержаний элементов является коэффициент концентрации $К_с$, который рассчитывается как отношение содержания элемента в исследуемом объекте С к среднему фоновому его содержанию $С_ф$ (Геохимия …, 1990):

$К=С/С_ф$

С - содержание элемента;

$С_ф$ - фоновое содержание вещества.

По данным снегового опробования рассчитывается аналогичный показатель и для нагрузки загрязнения (элемента) на окружающую среду – массы загрязнителя, выпадающей на единицу площади за единицу времени. Для этого учитывается общая масса потока загрязнителей – среднесуточная пылевая нагрузка $P_п$ (в кг/$км^2$ х сут) и концентрация

элемента С (в мг/кг) в снеговой пыли. На этом основании рассчитываются:

1) общая нагрузка, создаваемая поступлением химического элемента в окружающую среду $P_{общ} = C \times P_п$ (мг/км^2 х сут);

2) коэффициент относительного увеличения общей нагрузки элемента

$K_р = P_{общ} / P_ф$ при $P_ф = C_ф \times P_{пф}$; где $C_ф$ – фоновое содержание исследуемого элемента; $P_{пф}$ – фоновая пылевая нагрузка; например, для Нечерноземной зоны фоновая пылевая нагрузка составляет 10 кг/(км^{2}хсут) (Методические …, 1982); $P_ф$ – фоновая нагрузка исследуемого элемента.

Поскольку техногенные аномалии обычно имеют полиэлементный состав, для них рассчитываются суммарные показатели загрязнения $Z_с$ и нагрузки $Z_{р,}$ характеризующие эффект воздействия группы элементов. Показатели рассчитываются по следующим формулам:

$Z_с = \sum K_с – (n - 1)$; $Z_р = \sum K_р – (n - 1)$,

где n – число учитываемых аномальных элементов.

По величине суммарного показателя загрязнения снегового покрова существует ориентировочная шкала оценки аэрогенных очагов загрязнения, которая предусматривает следующие уровни загрязнения (Геохимия …, 1990):

- менее 64 - низкий уровень загрязнения;
-64-128 - средний уровень загрязнения;
-128-256 -высокий уровень загрязнения;
- более 256 очень высокий уровень загрязнения.

4.2.4. Результаты исследований

Снеговой покров является идеальной депонирующей средой. В снеге фиксируются как частицы природного происхождения, так и техногенного, поступающие за счет выбросов промышленных предприятий и других загрязнителей. Снеговой покров урбанизированных территорий представляет собой систему, в которой продукты техногенеза накапливаются в течение зимнего периода, а в процессе таяния включаются в природные и техногенные циклы миграции. В почве накапливаются вещества из снега, не подверженные процессам полного разрушения, которые особо опасны для живых организмов в виде пылевой составляющей.

В практике работ при мониторинге используется способ определения техногенной загрязненности снегового покрова тяжелыми

металлами группы железа (Патент № 2176406). Однако этим способом проводят определение загрязнения снегового покрова на площади без учета природных и других техногенных составляющих, что не позволяет выявлять и дифференцировать источники загрязнения. Авторами наработан определенный опыт работ для ведения мониторинга снегового покрова на примере экспериментального хозяйства Сибирского Ботанического сада (ЭХСБС) (Язиков, Шатилов и др., 1996). Вещественный состав твердого осадка снеговых проб был представлен различными частицами природного, техногенного и биогенного происхождения, небольшая часть из которых представлена в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1

Вещественный состав твердого осадка снеговых проб
(в процентных содержаниях, %)

Номер пробы	Природные компоненты	Техногенные компоненты									Биогенные компоненты
		Магнитные частицы			Немагнитные частицы						
	Кварц, полевой шпат, слюда	Черные округлые	Черные бесформенные	Коричневые бесформенные	Округ-лые серые, белые	Белые бесформенные	Кирпичная крошка	Шлак, зола, сажа	Цементная пыль	Опилки	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	14	7	6	5	28	4	6	25	-	1	4
2	7	7	3	5	25	10	7	25	-	3	8
3	40	7	5	5	8	5	4	10	8	-	8
4	10	7	6	5	25	10	5	27	-	1	4
5	5	7	5	5	25	10	10	25	1	1	6
6	20	5	3	5	20	10	10	20	1	1	5
7	5	5	3	5	32	8	1	30	1	1	9
8	5	5	3	5	35	10	1	25	1	1	9
9	7	5	3	3	25	10	5	25	1	2	14

Среди магнитной фракции выделены частицы различной формы, размера и цвета, которые характерны для чугунолитейного производства, металлообработки и железнодорожного транспорта. Немагнитная фракция представлена цементной пылью, частицами природного происхождения, опилками, а также материалом тепловых котельных и других источников загрязнения. Среди частиц биогенного

происхождения фиксировались семена различных растений и останки насекомых.

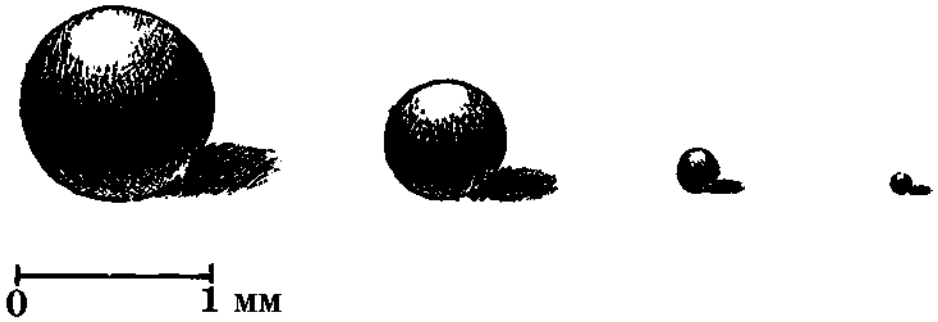


Рис. 4.2.2. Металлические микрочастицы округлой формы специфического чёрного цвета с металлическим блеском. Размер их колеблется от 1 мм до 0.5 мм и менее.

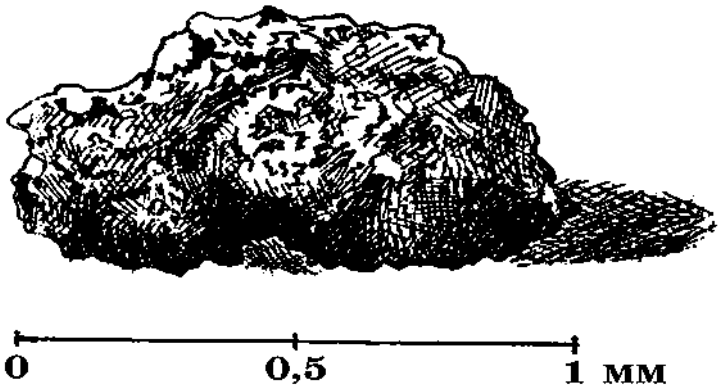


Рис. 4.2.3. Цементная пыль представляет собой микрокристаллическую массу серого цвета. Размер отдельных частиц изменяется от сотых долей мм до 1 мм.

Анализ вещества и ореолов загрязнения территории ЭХСБС показал следующее. Металлические микрочастицы округлой формы специфического чёрного цвета с металлическим блеском были выявлены во всех пробах (рис. 4.2.2). Размер их колебался от 1 мм до 0.5 мм и менее. По данным лазерного микроанализа на установке LMA-10 в составе частиц были определены железо, марганец, титан, хром, кремний и ряд других элементов. Для данных частиц характерны магнитные свойства. Цементная пыль представляла собой микрокристаллическую массу се-

рого цвета (рис. 4.2.3). Размер отдельных частиц изменялся от сотых долей мм до 1 мм.

На схеме распределения цементной пыли в твердом осадке снега был выявлен довольно обширный ореол в южной части площади ЭХСБС, который приурочен к производственным цехам НПФ "Квадро" (рис. 4.2.4). Ореол по уровню загрязнения делился на три зоны. Зона слабого загрязнения имела в среднем размеры 500 х 800 метров, при этом доля цементной пыли колебалась в интервале от 5 до 10%. Зона воздействия повышенной или средней степени загрязнения определялась параметрами 360 х 400 метров. Часть данного ореола (от 10 до 15%) приходилась на площадь ЭХСБС при ширине 100 м и простирании до 200 метров. Зона аномального или сильной степени загрязнения (более 15%) имела локальный характер и при размерах 200 х 150 метров была сосредоточена на территории НПФ "Квадро" и его прилегающей площади.

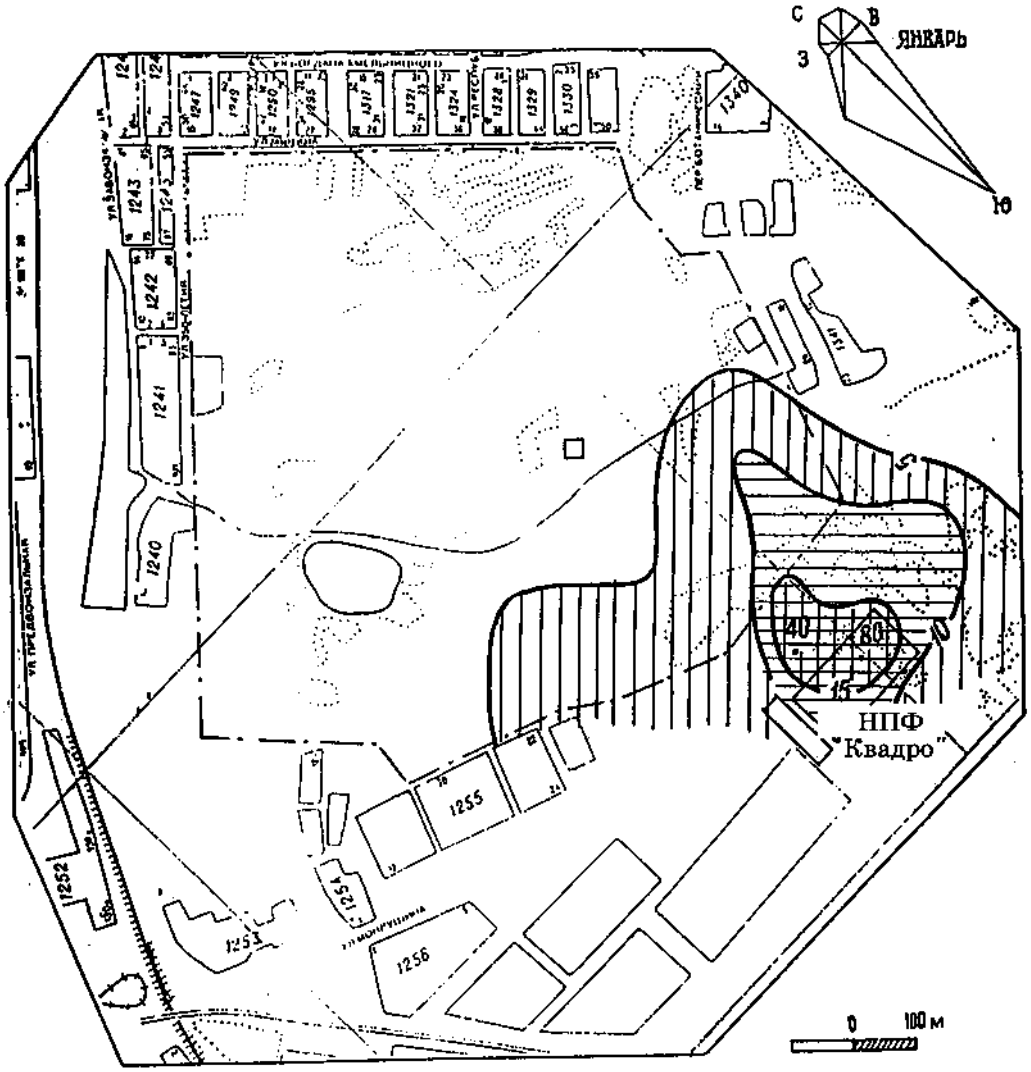


Рис. 4.2.4. Схема распределения цементной пыли в твердом осадке снега на территории экспериментального хозяйства Сибирского Ботанического сада (ЭХСБС). Цифровые значения указывают величину процентного содержания техногенных составляющих. Заштрихованные участки выделяют области повышенного и аномального загрязнения снегового покрова.

Таким образом, зона активного воздействия НПФ "Квадро" определялась радиусом 400 метров, из которого 200 метров приходилось на территорию ЭХСБС. Радиус пассивного загрязнения бетонно-растворного цеха НПФ "Квадро" составлял 500 метров, из которого 300 метров попадал на площадь ЭХСБС.

Микрочастицы округлой формы белого (а) и серого (б) цвета в максимальном количестве фиксировались в пробах № 8 и 7 (табл. 4.2.1). Частицы полупрозрачны и размер их изменялся от десятых долей мм до 1 мм (рис. 4.2.5). Микроэлементный состав характеризовался присутст-

вием кремния, магния, алюминия, меди, железа и других компонентов (по данным лазерного микроанализа).

Частицы данного облика характерны преимущественно для от-

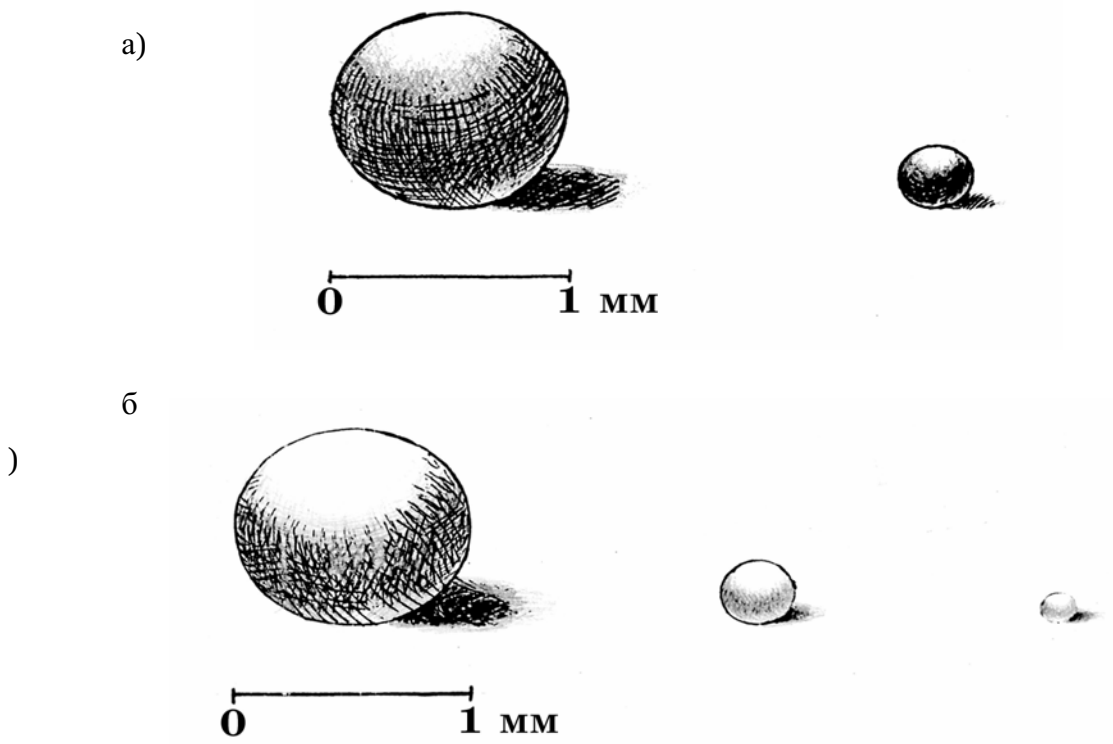


Рис. 4.2.5. Микрочастицы округлой формы белого (4а) и серого (4б) цвета. Частицы полупрозрачны и размер их изменяется от десятых долей мм до 1 мм.

ходов тепловых котельных. На карте распределения данных микрочастиц основной ореол аномального загрязнения был установлен в северной части территории ЭХСБС (рис. 4.2.6). Доля техногенной составляющей равнялась 20% и выше. Размер ореола составлял 1200 х 500 метров. Основной вклад в загрязнение вносила государственная районная электрическая станция (ГРЭС-2).

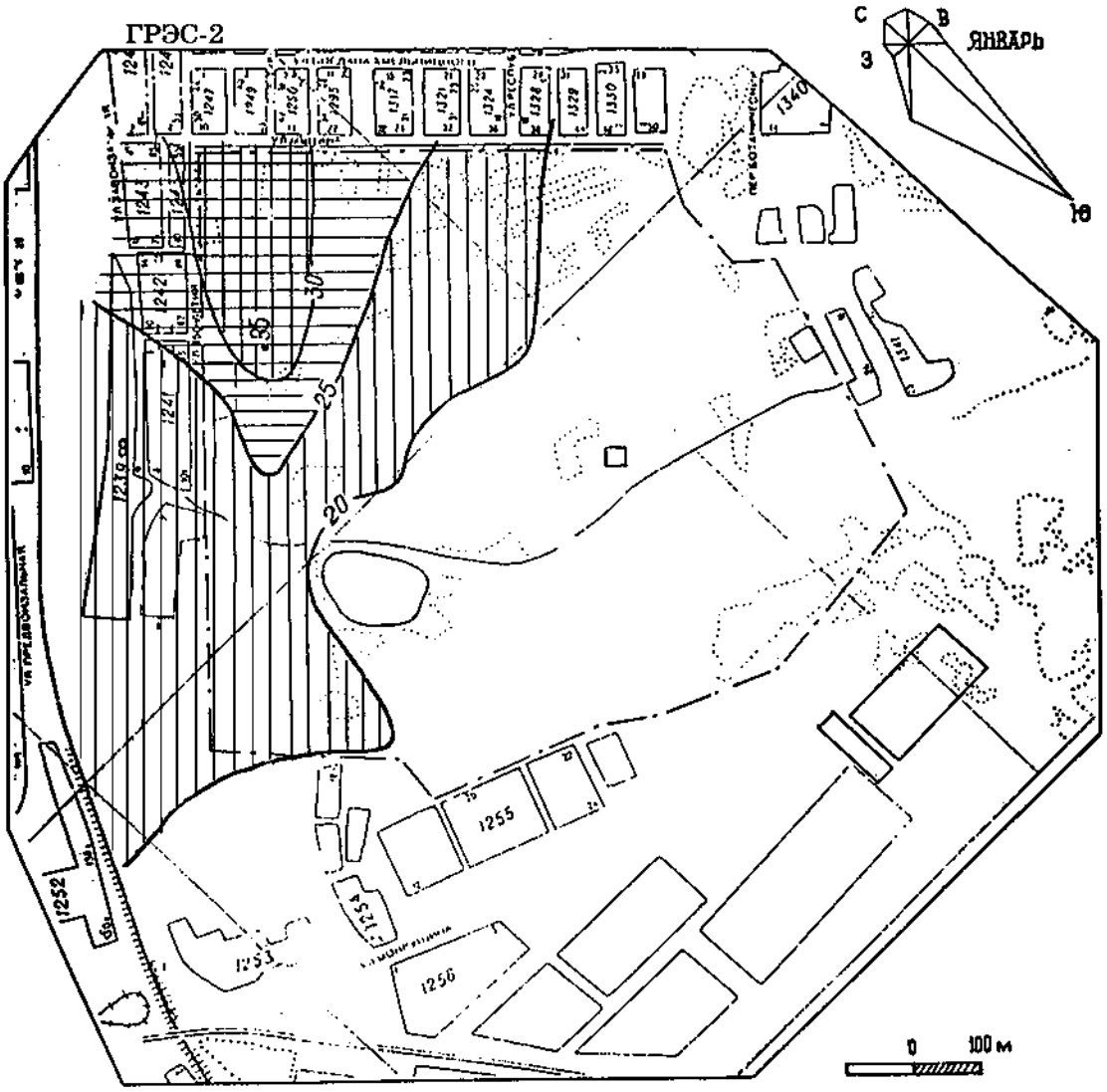


Рис. 4.2.6. Схема распределения стекловидных микрочастиц округлой формы белого и серого цвета на территории ЭХСБС. Заштрихованные участки выделяют области аномального загрязнения снегового покрова.

Частицы отходов металлообработки представляли собой техногенные образования с сильными магнитными свойствами (рис. 4.2.7). Размер частиц определялся от десятых долей мм до мм. Цвет изменялся от бурого до чёрного. Поверхность частиц была покрыта кавернами различной формы. Данные частицы могут быть продуктом металлообработки, а также результатом интенсивного движения железнодорожного транспорта. Наиболее характерный ореол аномального загрязнения фиксировался в западной части изучаемой территории вдоль железной дороги по

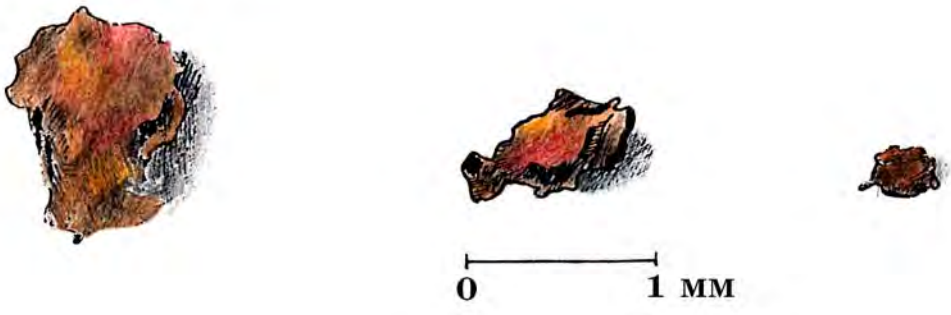


Рис. 4.2.7. Частицы отходов металлообработки. Размер частиц изменяется от десятых долей мм до 1 мм. Цвет изменяется от бурого до чёрного.

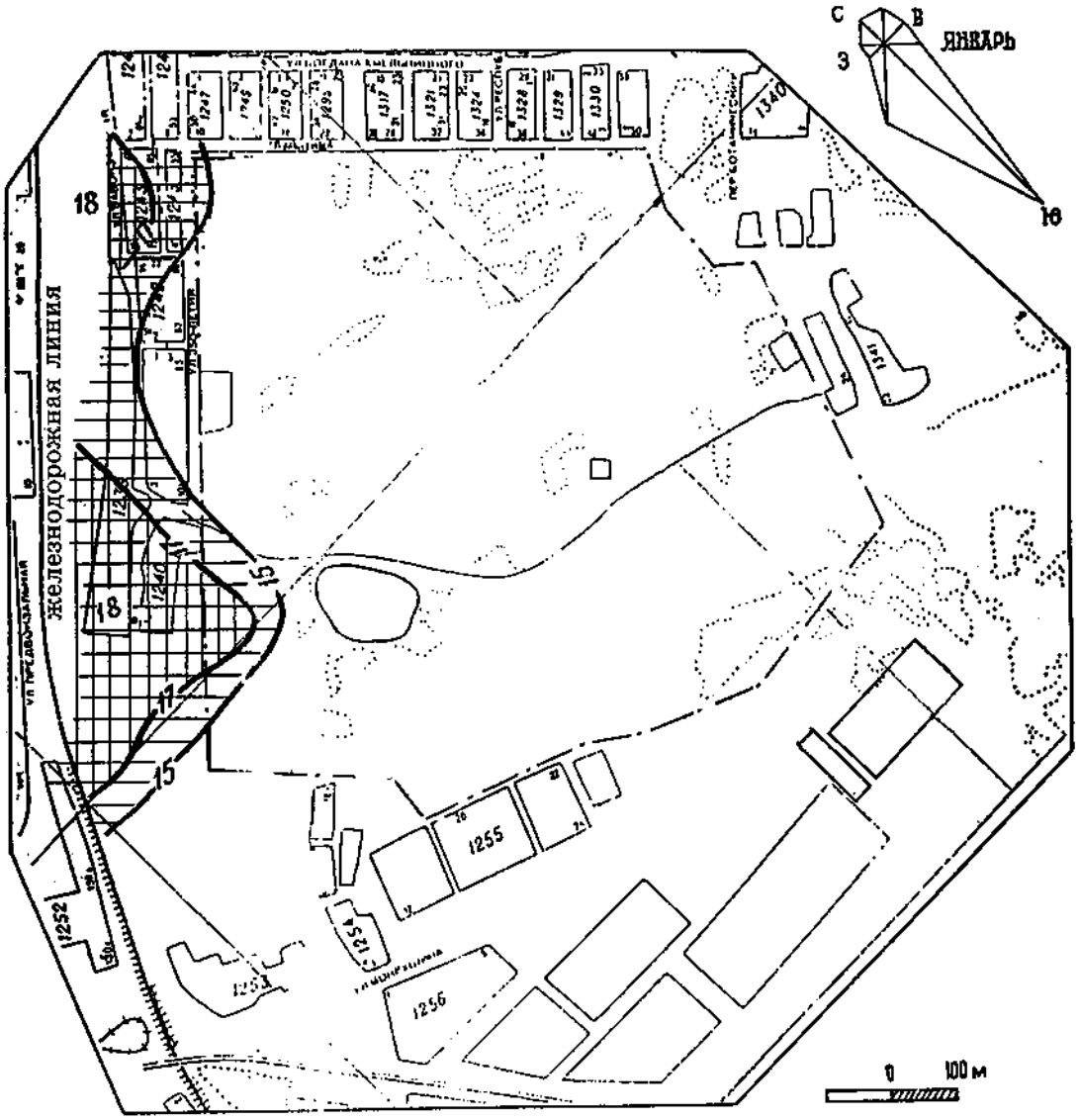


Рис. 4.2.8. Схема распределения магнитных металлических микрочастиц на территории ЭХСБС. Заштрихованные участки выделяют области повышенного и аномального загрязнения снегового покрова.

простиранию 1 км при ширине 200-300 м (рис. 4.2.8). Здесь наиболее характерны металлические частицы, образующиеся при эксплуатации железнодорожного транспорта.

Частицы кирпичной крошки характеризовались специфичным кирпичным цветом и формой (рис. 4.2.9). Размеры частиц изменялись от сотых долей мм до 1 мм. На карте распределения частиц кирпичной крошки в твердом осадке снега фиксировался ореол в юго-западной части территории ЭХСБС (рис. 4.2.10). Зона повышенной или средней степени загрязнения (7-9%) имела размеры по простиранию 800 м при ширине 300 м, тогда как участки сильного загрязнения более локальны (200 х 150 м). Источником загрязнения в данном случае выступал кирпичный завод.

Шлак, зола и сажа являлись характерными отходами тепловых котельных (рис. 4.2.11). Облик частиц бесформен, чёрного или грязно-серого цвета, их размер колебался от 1 мм до десятых долей мм. Основная доля вещества была сосредоточена в северной части территории ЭХСБС (рис. 4.2.12). Здесь наиболее сильно проявилось влияние поселковой тепловой котельной и отопления частного сектора п.Степановка. Размер ореола составлял 500 х 600 метров. В восточной части площади ЭХСБС был установлен ореол загрязнения среднего уровня с размерами по простиранию 500 метров при ширине 150 м за счёт влияния объектов сектора индивидуальной застройки микрорайона "Зональный".

Частицы биогенного происхождения были представлены семенами различной растительности и останками насекомых (рис. 4.2.13). Частицы имели различную форму, цвет и размеры.

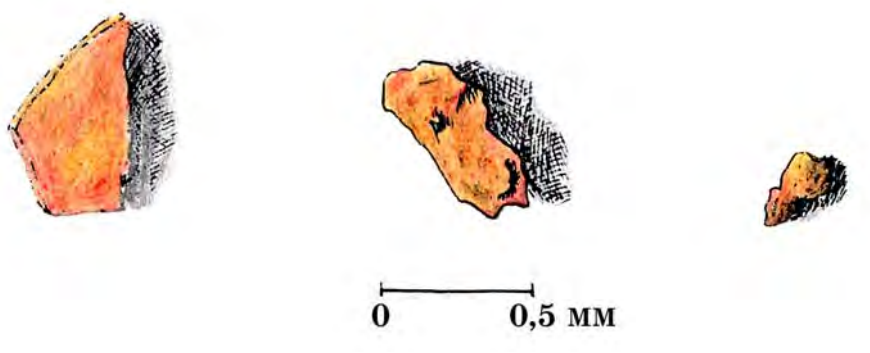


Рис. 4.2.9. Частицы кирпичной крошки со специфичным кирпичным цветом и формой. Размеры частиц от десятых долей мм до 1 мм.

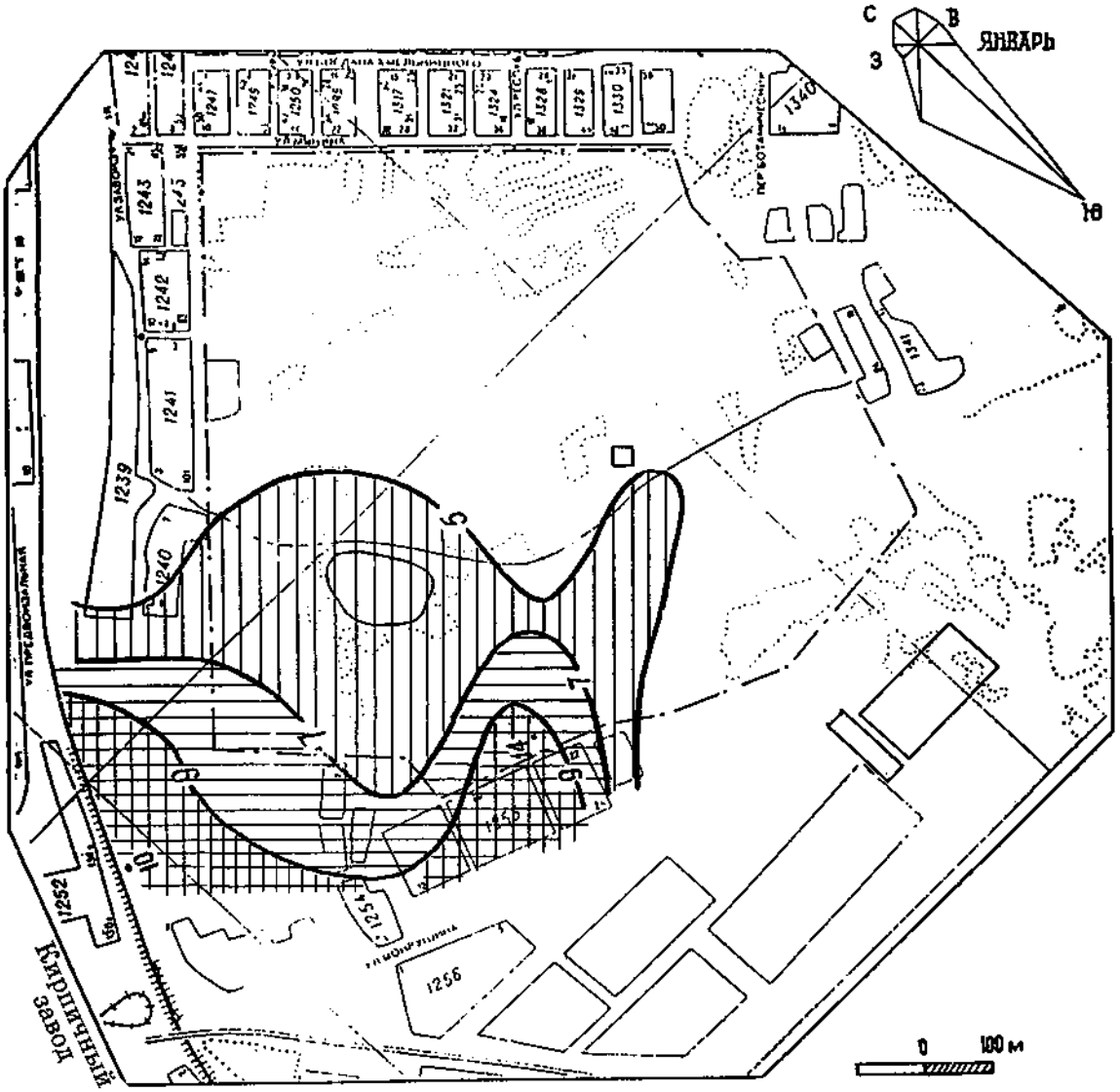


Рис. 4.2.10. Схема распределения частиц кирпичной крошки на территории ЭХСБС. Заштрихованные участки выделяют области повышенного загрязнения снегового покрова.

Опилки - отходы столярного цеха НПФ "Квадро". Цвет и форма данных частиц весьма характерна (рис. 4.2.14). На карте распределения частиц были установлены ореолы загрязнения различной степени (рис.

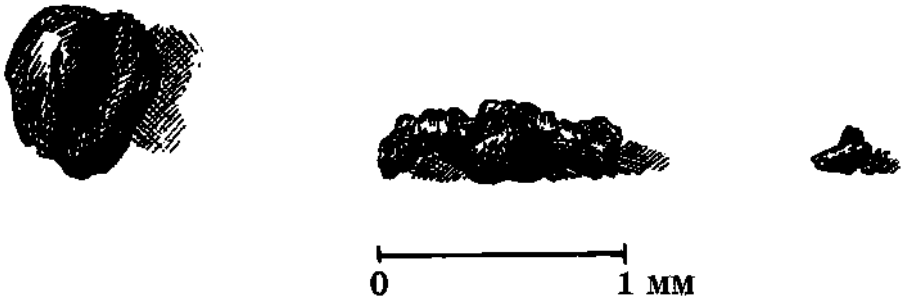


Рис. 4.2.11. Характерный облик частиц отходов (шлак, сажа, зола) тепловых котельных.

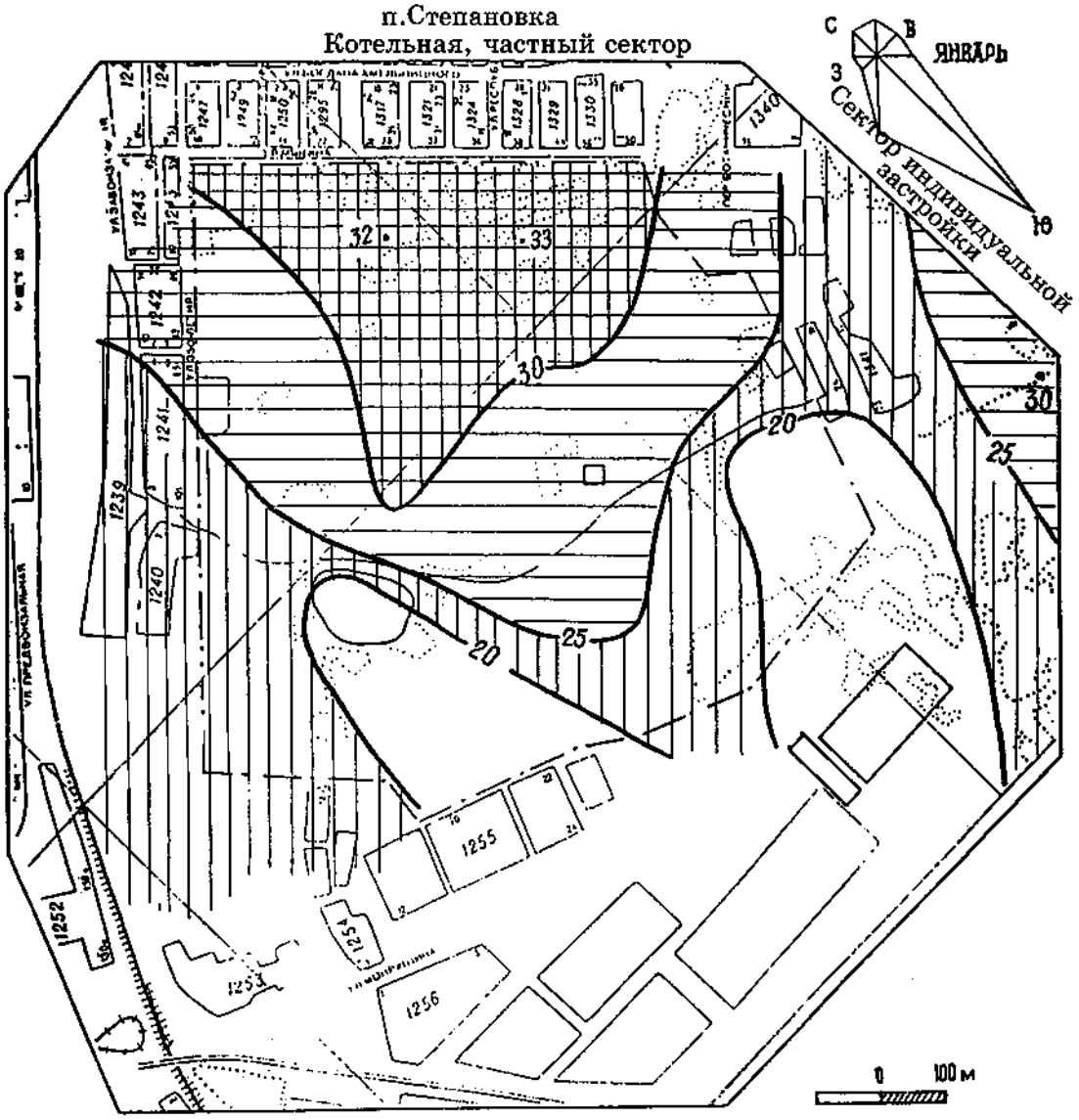


Рис. 4.2.12. Схема распределения частиц шлака, золы и сажи на территории ЭХСБС. Заштрихованные участки выделяют области повышенного и аномального загрязнения снегового покрова.

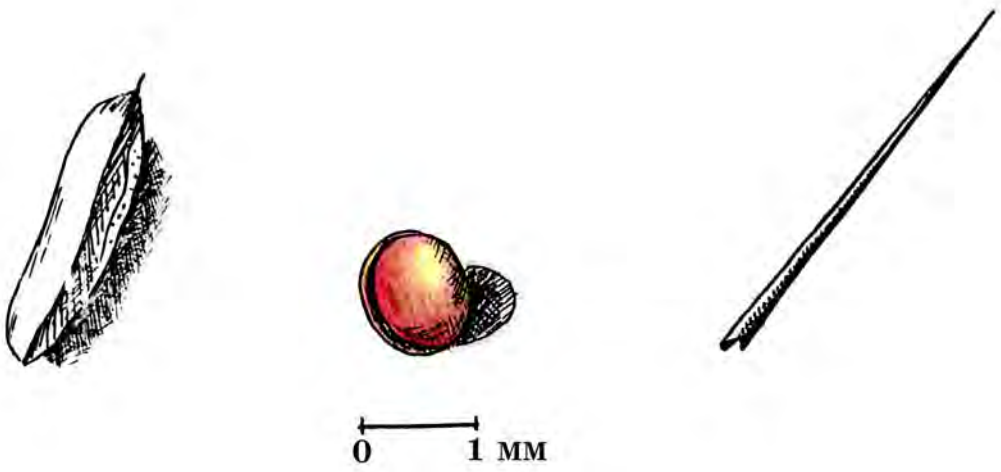


Рис. 4.2.13. Частицы биогенного происхождения (семена, останки насекомых).

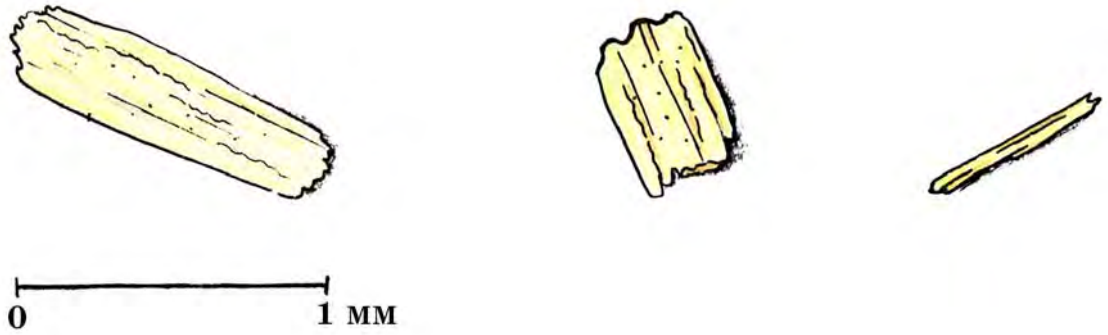


Рис. 4.2.14. Характерные частицы отходов (опилки) столярного цеха научно-производственной фирмы (НПФ) «Квадро».

4.2.15). Ореолы повышенного или слабой степени загрязнения (более 10%) фиксировались на площади размером 800х700 метров, тогда как аномального или средней степени загрязнения (более 20%) имели параметры 600х200 метров. Ореол максимального загрязнения в основном был установлен вне территории ЭХСБС с размерами 150х100 м.

Ореолы распространения частиц различного типа позволяют выделять площади загрязнения и устанавливать предприятия-загрязнители данной территории. По результатам исследования были установлены участки загрязнения снегового покрова на территории ЭХСБС г.Томска и выявлены предприятия-загрязнители, среди которых НПФ «Квадро», ГРЭС-2, кирпичный завод, поселковая котельная с отоплением частного сектора и железнодорожный транспорт.

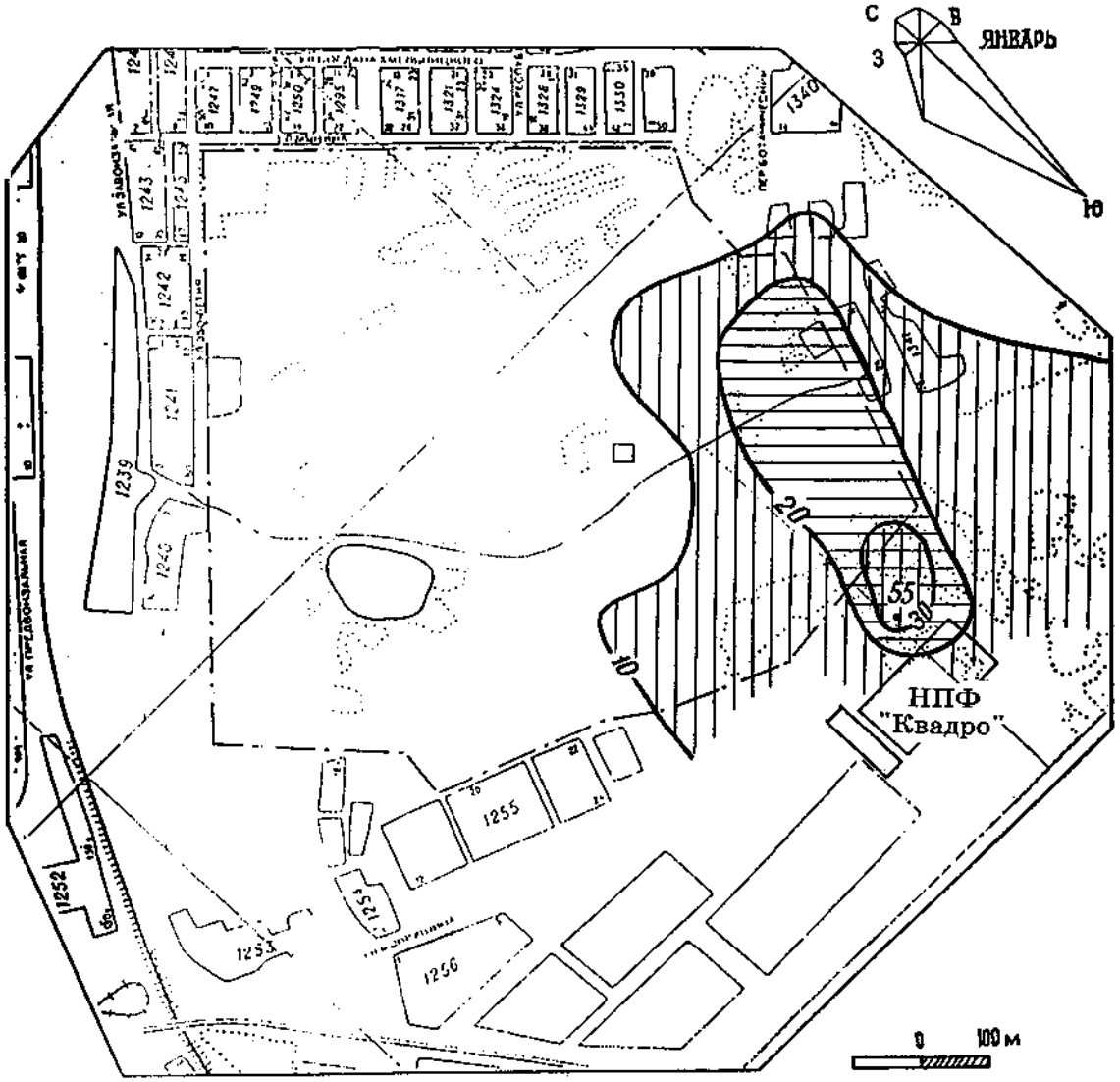


Рис. 4.2.15. Схема распределения опилок (отходы столярного цеха НПФ «Квадро») на территории ЭХСБС. Заштрихованные участки выделяют области повышенного и аномального загрязнения снегового покрова.

Представленные данные являются составной частью геоэкологического мониторинга и могут применяться в различных отраслях промышленности.

4.3. Мониторинг состояния почв

4.3.1. Общая характеристика

Почва – это базовый компонент биосферы, ее важнейший природный ресурс (Почвенно-экологический …, 1984). В монографии Мотузовой Г.В. «Почвенно-химический экологический мониторинг» (2001) довольно подробно излагаются основные принципы и задачи монито-

ринга, а также перечисляются экологические функции почвы, которые состоят в следующем: 1) почва обладает плодородием, это основное средство и объект производства, почва обеспечивает продовольственное благополучие общества, благодаря тому, что в почве образуется и накапливается гумус – главнейший источник основных элементов питания растений, фактор, обуславливающий важнейшие физические и химические свойства почв, 2) почва защищает сопредельные природные среды от загрязняющих веществ, регулирует состав атмосферы, поверхностных и подземных вод, 3) почва обеспечивает нормальное функционирование естественных биогеоценозов, регулирует интенсивность биосферных процессов, является связующим звеном большого геологического и малого биологического круговоротов.

Антропогенное воздействие на биосферу ведет к деградации почв. Антропогенная деградация почв – это необратимые изменения в структуре и функционировании почв, которые вызваны физическими, химическими или биотическими антропогенными воздействиями, превышающими природную устойчивость почвы и ведут к невозможности выполнения почвами их экологических функций. Выделяются следующие виды и причины деградации почв (табл. 4.3.1).

Таблица 4.3.1

Виды и причины деградации почв (по данным Г.В. Мотузовой, 2001)

Виды	Причины	
	Естественные	Антропогенные
водная эрозия, ветровая эрозия, истощение основных элементов питания, потеря гумуса, избыточная кислотность, опустынивание, загрязнение, подтопление, переуплотнение, разрушение структуры почв	климатические гидрогеологические, морфодинамические, фитозоогенные	Нерациональное ведение богарного и орошаемого земледелия, чрезмерный выпас, Уничтожение почвенно-растительного покрова промышленными, коммунально-бытовым, ирригационным строительством, горные разработки, технологические и аварийные промышленные выбросы, сбросы сточных и дренажных вод, истощительное землепользование, загрязнение, уплотнение техникой, подтопление, нарушение режима полива, несовершенство поливной техники, нарушение режима (дозы, сроки, технология) внесение органических и минеральных удобрений.

Деградация почв – явление общепланетарное и имеет глобальные масштабы распространения, что хорошо иллюстрируется в таблице 4.3.2.

Таблица 4.3.2

Виды и размеры глобальной антропогенной деградации почв (млн. га) (по данным Г.В. Мотузовой, 2001)

Тип деградации	Слабая	Средняя	Сильная	Общая площадь
Водная эрозия	343	527	224	1094
Ветровая розия	269	254	26	549
Химическая деградация:	93	103	43	239
-потеря элементов питания,	52	63	20	135
-засоление,	35	20	21	76
-загрязнение,	4	17	1	22
-закисление,	2	3	1	6
Физическая деградация	44	27	12	83
Общая площадь	749	911	305	1965

Сведения лесов, перевыпас, переэксплуатация земель в условиях интенсивной сельскохозяйственной и индустриальной деятельности – основные причины разрушения почв. Уровень деградации земель непосредственно связан с плотностью населения и производства. Предполагается, что численность населения Земли через 25 лет приблизится к 8,5 млрд. Рост населения опережает рост экономического развития. В конце XX-го века ¼ населения проживала в экономически развитых странах, к началу XXI-го века будет проживать лишь 1/5, к 2025г. составит 1/6 от общего числа обитателей планеты. Рост населения ведет к деградации почв, так как сопровождается необходимостью глобального увеличения производства продуктов питания и размещения производства и проживания людей на новых площадях (Романова и др., 1993). Следствием крайних степеней деградации почв является недостаток пищи и сопровождающий его голод. Для сохранения жизни на планете необходимо сохранение почв путем разработки новых технологий, которые обеспечивали бы как экономический статус общества, так и улучшение состояния окружающей среды.

Земельный фонд Российской Федерации составляет 1710 млн. га. Земли сельскохозяйственного назначения занимают всего 13% и из них 8% приходится на пахотные земли. В России большие площади отведены под природоохранные земли, основную долю среди них занимают 89

заповедников, из которых 17 относятся к биосферным. За последние десятилетия создано 28 национальных парков, 1520 государственных заказников, занимающих в общей сложности 6,4 млн. га.

Контроль за состоянием почвенного покрова предполагает контроль за выполнением функций плодородия и защиты сопредельных сред от загрязнения, что и определяет содержание комплексного почвенного мониторинга (Гаврилов и др., 1995; Буренков и др., 1997, 1998).

При мониторинге почвенные исследования позволяют детально изучить почвенные разрезы, химический и минеральный состав почв и подстилающих материнских пород с определением первичных компонентов, различных новообразований, подвижных и валовых форм большого числа макро- и микрокомпонентов, радионуклидов и их изотопов, а также фосфора, калия, азота, гумуса и других показателей. Характеристика земель на фоновых площадках с учетом процента нарушенных почв под действием естественной ветровой эрозии. Характеристика и процентное соотношение нарушенных земель в процессе хозяйственной деятельности. Схематическое отображение реальной ситуации.

Исследование почв возможно двумя методами согласно В.М. Фридланда (1972): а) исследование на комплексных профилях и б) исследования на ключевых участках:

а) Исследования на комплексных профилях -

- составление комплексных профилей разных уровней детализации представляет собой один из наиболее простых и в то же время эффективных методов. Практическое применение этого метода зависит от степени предварительной изученности территории. Для районов, по которым не имеется сведений, позволяющих установить распространение различных типов структур почвенного покрова (СПП), сначала составляется среднемасштабный профиль (обычно масштаб 1:50000). Следующий этап работы – составление монокомбинационных крупномасштабных профилей (обычно от 1:25000 до 1:5000 в зависимости от степени сложности комбинаций), участки для этих профилей выбираются по среднемасштабным профилям.

в) Исследования на ключевых участках-

- под ключевыми исследованиями следует понимать исследования специально выбранных участков, проводимые более детально, чем исследования всей изучаемой территории. Масштаб ключевых участков зависит от структуры почвенного покрова. Для проверки правильности выбора участка для ключа или профиля, правильности определения территории, которую этот ключ (или профиль) освещают, а также правильности полученных на ключе или

профиле характеристик удобен метод сопоставления характеристик, полученных на ключах и профилях. При правильном выборе ключа или профиля и правильном проведении границ распространения данной СПП величины этих характеристик (состав почвенного покрова, сложность и др.) должны совпадать. Весьма эффективным методом составления ключевых профилей и карт является использование аэрофотоснимков различных типов и масштабов. Выбор закладки почвенных шурфов ориентируется по резкому различию геоморфологии (по рельефу), при этом выбирается в первую очередь наиболее высокое место (элювиальный ландшафт) и низкое (аккумулятивно-элювиальный или супераквальный ландшафт).

Описание почвенного разреза проводятся по выделенным генетическим горизонтам, различающимся между собой по морфологическим признакам, составу и свойствам. При описании отмечаются: цвет, влажность, механический состав, плотность, структура, включения, новообразования, переход между почвенными горизонтами, признаки засоленности и другие. Указывается глубина залегания горизонта от поверхности и его мощность. Одновременно в полевых условиях осуществляется оценка степени эродированности непахотных и пахатных почв.

Зачищенная стенка почвенного шурфа промеряется гамма-радиометром и гамма-спектрометром с определением мощности экспозиционной дозы (МЭД), урана, тория, калия, причем каждый выделенный горизонт должен быть охарактеризован, по крайней мере, одним точечным измерением. Вокруг шурфа на поверхности методом конверта выполняется 5 точечных замера на площади 5х5 м или 2х2 м.

4.3.2. Отбор проб почв и пробоподготовка

Требования по отбору проб почв регламентируются следующими нормативными документами - ГОСТ 17.4.2.01-81, ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.1.02-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 17.4.3.02-85, а также методическими рекомендациями (Методические …, 1982; Ермохин и др., 1995) и соответствующей программой работ.

Опробование почвенного разреза проводится по генетическим горизонтам (А, АВ, В, ВС, С) или по интервалам 0 – 20; 40 – 60; 80 – 100; 100 – 200; 200 – 300 см. Образцы почв массой не менее 0,5 кг каждый отбирается с зачищенной описанной стенки шурфа, начиная снизу, из середины, или нескольких мест генетических горизонтов, и обязательно с поверхности разреза. Подпочвенный слой и нижележащие коренные породы, вскрытые скважинами, опробоваются с учетом

литолого-фациальных и геохимических особенностей пород. Из точечных проб почвы формируют объединенные пробы, что достигается смешиванием точечных, отобранных на одной пробной площадке. Для радиохимических анализов на содержание радионуклидов объединенную пробу составляют не менее, чем из пяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса пробы должна быть не менее 2,5 кг. Отобранные образцы упаковываются в мешочки или в плотную оберточную бумагу и завязывают шпагатом. Все образцы из одной точки наблюдения упаковываются вместе в коробки или ящики, на которых указызываются номер точки наблюдения (номер основного разреза и номер профиля); образцы сильно увлажненные, а также засоленные упаковываются в пергаментную бумагу или в полиэтиленовую пленку.

Подготовка проб почвы к анализам не менее важная операция, чем сам отбор проб. Она слагается из нескольких последовательно протекающих этапов: предварительное подсушивание почвы, удаление любых включений, почву растирают и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Дальнейшие операции проводят в соответствии со схемой обработки почв (рис. 4.3.1).

Рис. 4.3.1. Схема обработки и изучения проб почв

В лабораторных условиях в почвах определяются наряду с тяжелыми металлами (ГОСТ 17.4.1.02-83) и радионуклидами следующие показатели:

- грансостав по 4 фракциям (<0,05 мм – песчаная фракция; 0,05 – 0,01 мм – крупная пыль; 0,01 – 0,001 мм – мелкая и средняя пыль; <0,001 мм – илистая фракция;
- генезис пород по грансоставу;

- определение удельной поверхности или расчет удельной поверхности;
- емкость поглощения;
- содержание органического вещества;
- кислотность;
- сумма поглощенных оснований;
- расчет бонитета почв;

Проводится оценка плодородия почв в баллах на основе определенных свойств (мощность гумусового горизонта, см; содержание гумуса, %; кислотности почвенного раствора, pH; количества физической глины, %; суммы поглощенных оснований, мг-экв/100 г), что в последующем будет учитываться при расчете эколого-экономического ущерба. В случае расчета платы за ущерб от загрязнения земель химическими веществами потребуются следующие показатели (Порядок …, 1993):

- норматив стоимости сельскохозяйственных земель;
- коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель;
- площадь земель, загрязненных химическими веществами;
- коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель химическими веществами;
- коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории;
- коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель.

4.3.3. Результаты исследований

Почвенный покров является идеальной депонирующей средой. В составе почв фиксируются как природные составляющие, которые характерны для почвообразующих пород, так и частицы техногенного происхождения, поступающие за счет выбросов промышленных предприятий и других загрязнителей. Почвенный покров урбанизированных территорий представляет собой сложную природно-антропогенную систему (Экогеохимия …, 1995; Семячков, 2001). Продукты техногенеза накапливаются в верхних горизонтах почв, изменяя их химический состав, и включаются в природные и техногенные циклы миграции. В почве накапливаются вещества, не подверженные процессам полного разрушения, которые особо опасны для живых организмов в виде пылевой составляющей.

При мониторинге почв используется способ определения техногенной загрязненности почвенного покрова тяжелыми металлами группы железа (Патент № 2133487), который не позволяет дифференцированно изучать наиболее загрязненные участки на уровне вещественного состава, а также известны исследования в виде метода техногенной магнитной метки. Этот метод основан на количественной оценке запасов и профильного распределения в почвах сферических магнитных частиц (СМЧ), который был применен к луговым слитизированным почвам надпойменной террасы р. Миссисипи и расположенных на ней курганов 1000-летнего возраста (Геннадиев и др., 2002; Hussain, Olson, Jones, 1998; Jones, Olson, 1990). Авторами в ходе мониторинга загрязнения почвенного покрова на примере территории г.Томска был получен определенный опыт исследований (Язиков, 1994; Язиков и др., 2001). В процессе изучения вещественного состава проб почв были обнаружены частицы природно-техногенного происхождения. С помощью рентгено-структурного анализа была проведена точная диагностика всех природных компонентов почв в виде минеральных образований (кварц, альбит, микроклин, гематит, гетит, слюда, монтмориллонит, каолинит, гипс, хлорит). В таблице 4.3.4 приводится часть этих данных.

Таблица 4.3.4

Типовая характеристика частиц в почвенном покрове Кировского района г.Томска

Описание частиц	Номер пробы									
	5		9		16		37		19	
	Сод., %	Размер, мм	Сод., %	Размер, мм	Сод., %	Размер, мм	Сод., %	Размер, мм	Сод., %	Размер, мм
Кварц бесцветный	10	1-0,2	57	0,8-0,2	8	0,7-0,1	70	1-0,6	30	1-0,3
Альбит светло-серого цвета	25	0,7-0,1	15	0,8-0,3	12	0,6-0,2	-	-	15	1-0,3
Микроклин буро-желтого цвета	48	1-0,5	10	1-0,1	30	0,9-0,2	5	1-0,4	17	1-0,3
Слюда черного цвета	7	0,7-0,3	3	1-0,5	7	0,6	-	-	3	0.7-0,3
Сферулы металлические черного цвета	5	0,5-0,1	7	0,8-0,03	23	1-0,02	17	1-0,5	25	1-0,2

Сферулы стекловидные серого и белого цвета	3	0,4-0,2	5	0,8-0,5	7	0,8-0,15	3	0,4-0,2	5	1-0,3
Другие частицы	2	1-0,15	3	1-0,01	13	1-0,5	5	0,8-0,2	5	1-0,3

Примечание: в таблице представлена характеристика отдельных проб

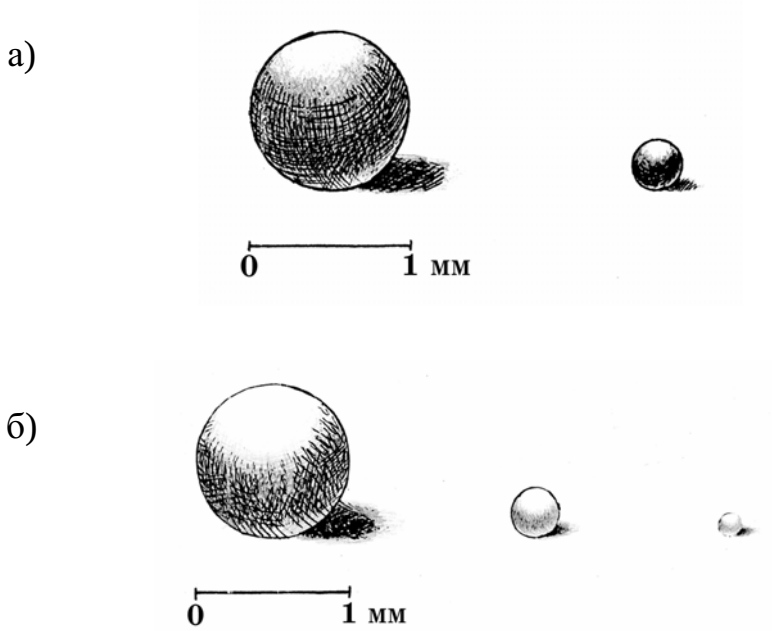


Рис. 4.3.3. Стекловидные сферулы серого (а) и белого (б) цвета размером от десятых долей мм до 1 мм, характерные для производств теплоэнергетического комплекса.

Рис. 4.3.2. Металлические сферулы черного цвета размером в диаметре от сотых долей мм до 1 мм, характерные для чугунолитейного производства.

По данным изучения проб почв из техногенных составляющих были выделены в основном хорошо сохранившиеся металлические

сферулы черного цвета размером в диаметре от сотых долей мм до 1 мм, характерные для чугунолитейного производства (рис. 4.3.2).

Изучение отходов производства чугунолитейного цеха открытого акционерного общества (ОАО) «Сибэлектромотор» позволило выделить анологичные образования. Последующее их совместное исследование на микроэлементном уровне с помощью лазерного микроанализатора (LMA-10) позволило установить их идентичность по химическому составу с преобладанием железа, марганца, титана, алюминия и кремния. Второй тип частиц был представлен стекловидными сферулами серого и белого цвета размером от десятых долей мм до 1 мм, характерных для производств теплоэнергетического комплекса (рис. 4.3.3).

В таблице 4.3.4 приводится часть этих данных. Остальные техногенные составляющие в виде углистых, сажистых и биогенных образований были выявлены в единичных пробах и в незначительном количестве. По полученным данным была построена схема, на которой выделили участки максимального загрязнения металлическими сферулами черного цвета (рис. 4.3.4).

Участки максимального загрязнения отражают специфику предприятий с его чугунолитейным производством. По результатам исследования были установлены участки загрязнения почвенного покрова на территории Кировского района г.Томска и выявлены предприятия-загрязнители, среди которых ОАО «Сибэлектромотор» («Сибэлектромотор»), ОАО «Манометр» («Манометр»), Томский электро-механический завод (ТЭМЗ), Томский электро-ламповый завод (ТЭЛЗ), Томский электро-технический завод (ТЭТЗ) и Томский инструментальный завод (ТИЗ).

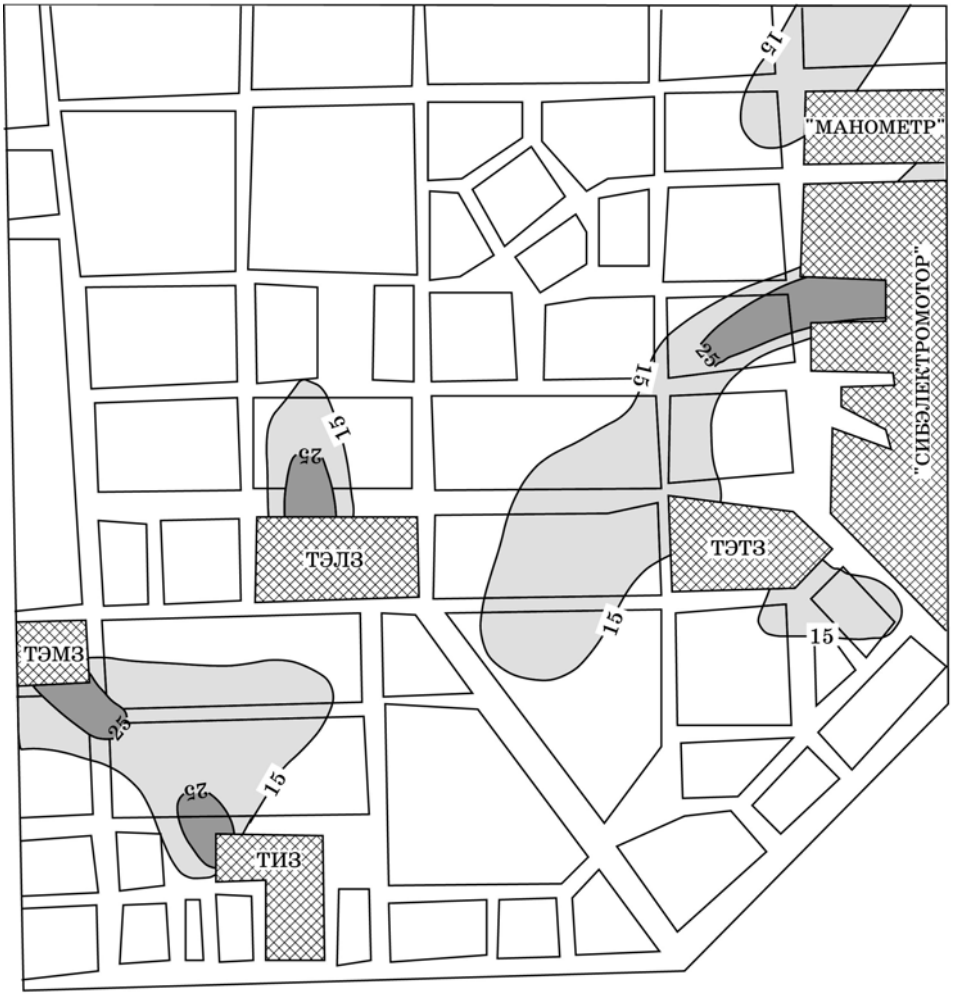


Рис. 4.3.4. Схема распределения металлических сферул черного цвета в почвенном покрове территории Кировского района г. Томска. Цифровые значения указывают величину процентного содержания техногенных составляющих. Затемненные участки выделяют области аномального загрязнения почвенного покрова. Области заштрихованные в клетку – территории промышленных предприятий.

4.4. Мониторинг поверхностных и подземных вод
4.4.1. Общая характеристика

Мониторинг водных ресурсов проводится в рамках государственного водного кадастра. Учёт водных ресурсов (кроме подземных) и наблюдение за режимом велись на сети гидрометеорологических обсерваторий, станций и постов Росгидромета по единой в стране системе. Роскомвод обеспечивает на предприятиях, в организациях и учреждениях контроль правильности учёта количества вод, забранных из водоисточников, сброса в них использованных вод, осуществляя учёт использования вод.

Государственный учёт подземных вод (в том числе и эксплуатационных запасов) осуществляют организации Министерства природных ресурсов России. Контролю подлежат количество отбираемых питьевых и технических вод и распределение этого отбора по видам использования. В связи с тем, что водопользователи отчитываются нерегулярно, а водозаборы обследуются периодически (один раз в 5-6 лет), получаемые данные приблизительны.

При мониторинге гидрогеологические исследования направлены на изучение гидрогеохимических и гидродинамических параметров и процессов, определяющих состояние и динамику поверхностной и подземной гидросферы и непосредственно воздействующих на природную среду.

Согласно постановления Правительства от 23.11.96. №1404 ,,Об утверждении положения о водо-охранных зонах водных объектов и о их прибрежных защитных полосах, устанавливаются водо-охранные зоны для:

Рек длиной до 10 км – водо-охранная зона 50 м;
длиной от 10 до 50 км – водо-охранная зона 100 м;
длиной от 50 до 100 км - водо-охранная зона 200 м;
длиной от 100 до 200 км - водо-охранная зона 300 м;
длиной от 200 до 500 км - водо-охранная зона 400 м;
длиной более 500 км - водо-охранная зона 500 м.

Озер, площадью 2 кв. км - водо-охранная зона 300 м;
площадью более 2 кв. км - водо-охранная зона 500 м.

Задачи при мониторинге:

- Наблюдение и контроль за уровнем загрязнения водоемов по физико-химическим и гидробиологическим показаниям;
- Изучение динамики загрязняющих веществ с целью составления прогнозов;

- Выявление закономерностей процессов самоочищения и накопления загрязняющих веществ в донных отложениях;
- Изучение закономерностей выноса загрязнений через устье рек с целью определения их баланса в водоемах.

4.4.2. Мониторинг поверхностных вод

Пункты мониторинга организуют в первую очередь на водоемах и водотоках, имеющих народнохозяйственное значение, а также подверженных значительному загрязнению промышленными, хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными сточными водами (Методические …, 1985). Наблюдения ведутся через стационарные и временно-экспедиционные посты.

Располагаются пункты контроля с учетом размещения потенциальных источников загрязнения, выявляемых экспедиционными наблюдениями. Последние представляют собой, как правило, разовые исследования состояния рек, целью которых является визуальный осмотр состояния водотоков, уточнение мест и режима сброса сточных вод, их количество и состав, определение створа полного смешения речных и сточных вод, выявление характерных для данного пункта загрязняющих веществ путем анализа единичной пробы воды. В пункте контроля организуют один или несколько створов. Обычно при наличии организованного сброса сточных вод один створ располагают на 1 км выше сброса сточных вод (он считается фоновым), другие – ниже. При выборе местоположения последних обычно учитывают особенности смешения сточных и речных вод, т.е. нижний створ располагают, как правило, в зоне практически полного смешения. При наличии группы источников загрязнения верхний створ (фоновый) располагают выше первого источника, нижний – ниже последнего. Количество опробуемых вертикалей в створе определяется условиями смешения: при неоднородном химическом составе в створе устанавливается не менее трех вертикалей – на стрежне и у берегов; при однородном распределении опробуется одна вертикаль – на стрежне реки (Методические …, 1985).

На неглубоких водотоках (до 2-3 м) пробы воды на створах наблюдения отбираются с глубины 0,2–0,5 м. При небольшой ширине русла (до 20–30 м) опыт показывает возможность отбора одной такой пробы в центре потока (на стрежне). Но более оправдан на всех водотоках отбор трех проб (на стрежне и ближе к берегам), которые затем усредняются на месте отбора. При работах на очень крупных реках возможен отбор проб с различных горизонтов. Как правило, пробы берутся по трем вертикалям (на стрежне и ближе к берегам) с трех уровней (по-

верхностный, срединный и придонный). Пробы в этом случае в зависимости от поставленной цели могут анализироваться раздельно, либо усредняться на месте отбора. На малых и средних реках эффективен отбор смешанных (осредненных) на месте проб. На больших реках, особенно при существующих различиях в антропогенном освоении берегов, желателен раздельный анализ отбираемых проб. Важно отметить, что нельзя произвольно менять от створа к створу точки опробования. Пробы должны всегда отбираться в определенном положении к водотоку, с учетом его гидродинамики и скорости воды (Методические …, 1985).

В зависимости от размера водотока и численности населения города, пункты контроля подразделяют на четыре категории, различающиеся периодичностью контроля качества воды и его программой (табл. 4.4.1).

Таблица 4.4.1

Периодичность проведения контроля и виды программ контроля по гидрохимическим показателям в системе ОГСНК (Методические …, 1984)

Периодичность проведения контроля	Категории пункта контроля			
	1	2	3	4
Ежедневно	Сокращенная программа 1	Визуальные наблюдения	-	-
Ежедекадно	Сокращенная программа 2	Сокращенная программа 1	-	-
Ежемесячно	Сокращенная программа 3			-
В основные фазы водного режима	Обязательная программа			

Примечание: 1) Обязательная программа: расход воды, скорость течения, визуальные наблюдения, цветность, температура, прозрачность, запах, растворенный в воде кислород и углекислый газ, мутность, pH, Eh, хлориды, сульфаты, гидрокарбонаты, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, общая минерализация, ХПК, $БПК_5$, NO_2^{-}, NO_3^{-}, NH_4^{+}, фосфаты, общее железо, кремний, нефтепродукты, СПАВ, фенолы, металлы (определяются в зависимости от профиля предприятия); 2) Сокращённая программа 1: расход, визуальные наблюдения, температура, растворенный в воде кислород, удельная электропроводность; 3) Сокращённая программа 2: расход воды, визуальные наблюдения, температура, pH, удельная электропроводность, мутность, ХПК, $БПК_5$, концентрация 2-3-х загрязняющих веществ, основных в данном пункте; 4) Сокращённая программа 3: расход воды, скорость течения, визуальные наблюдения, температура, pH, мутность, растворенный в

воде кислород, ХПК, $БПК_5$, концентрация всех загрязняющих воду в данном пункте контроля веществ. Контроль за распределением металлов и других химических элементов (в том числе компонентов общесолевого состава) проводится в основные фазы водного режима или ежемесячно.

4.4.3. Мониторинг подземных вод

Пробы воды из наблюдательных несамоизливающихся скважин выполняют с помощью погружных насосов или методом желонирования. В последнем случае достоверность информации ограничивается результатами определения компонентов, не изменяющих свойств при контакте с атмосферой. Воды колодцев могут быть отнесены к подземным лишь условно, так как они в той или иной мере аэрированы, взаимодействуют со стенками колодца, часто содержат несвойственные подземным водам соединения из-за присутствия посторонних предметов, хлорирования. Перед отбором застойные колодцы необходимо прокачать, интенсивно эксплуатируемые можно не прокачивать. Объем пробы, отбираемой для определения суммарной альфа- и бета-активности, должен составлять не менее 1,5-2,0 л. Емкость, в которую отбирают и в которой хранят воду, не должна являться источником загрязнения пробы посторонними веществами или утраты ее отдельных компонентов вследствие взаимодействия с материалом сосуда, испарения. Предпочительно использовать емкости из полиэтилена, фторопласта или поликарбонатных полимеров, с герметичными винтовыми пробками из тех же материалов или с изопреновыми прокладками. Нежелательно использование пробок из резины. Непосредственно после отбора в сосуд с пробой добавляют консервант (азотную кислоту) из расчета 10 мл концентрированной кислоты на 1 литр пробы, достигая pH <1. Максимальная продолжительность хранения пробы с консервантом не должна превышать 2-х недель, при этом пробу хранят в темноте при температуре 3-7^{0}С. В любом случае необходимо по возможности сократить время от отбора до измерения пробы. В исключительных случаях можно обойтись без консервантов, однако, интервал между отбором и анализом пробы не должен превышать 1-2 суток. Емкости с отобранными пробами должны быть четко промаркированы и доставлены в лабораторию в возможно короткое время. В рабочем журнале фиксируют номер пробы, дату, место и условия отбора, внешний вид воды, количество и тип консерванта (Методические …, 1985; Гольдберг и др, 1987).

Подземные воды, вскрытые шурфами или скважинами, а также поверхностные воды, анализируются как непосредственно у водопункта, так и в стационарных условиях. Непосредственно у водопункта (по скважинам после предварительной пробной откачки) производится определение щелочно-кислотного показателя (pH), концентраций растворенного кислорода, сероводорода, свободной углекислоты, закисного и окисного железа, закиси и окиси азота и других элементов, замеряется окислительно-восстановительный потенциал, температура, дебит, фильтрационно-ёмкостные свойства горных пород (коэффициенты фильтрации и пьезопроводности), параметры пористости (общая, открытая, проточная), абсолютные отметки статических уровней до начала эксплуатации, положение пьезометрической (напорные условия) или гипсометрической (безнапорные условия) поверхности подземных вод (пьезометр, замеры уровней в скважинах, абсолютные отметки устьев, глубинные уровни), мощность коллекторов. Определение общей минерализации, макро- и микрокомпонентного состава вод (HCO_3^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, Cl^-, NO_2^-, NO_3^-, F^-, Br^-, J^-, B^-, Si, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, Sr^{2+}, Ba^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}, NH_4^+, Al^{3+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Pb^{2+}, Mo^{6+}, As^{5+}, Bi^{3+}, а также U, Ra, Th), газов (O_2, CO_2, H_2S, Rn, He), органики ($C_{общ}$, гуминовые, фульво- кислоты, фенолы, нефтепродукты, органика водорастворенная, органическое вещество, жирные кислоты (муравьинная, уксусная) выполняется в стационарных условиях, для чего проводится отбор водных проб в полиэтиленовые канистры объемом 2-2,5 литров. Отобранные пробы должны консервироваться концентрированной азотной кислотой в количестве 10 мл на 1 л воды.

При проведении гидрогеологических исследований особое внимание следует обратить на изучение защитных свойств пород зоны аэрации путем определения их сорбционных параметров. Косвенным показателем условий миграции загрязняющих веществ через зону аэрации может являться распределение их концентрации в вертикальном разрезе. Пробы на определение сорбционных параметров отбираются из пылеватых и глинистых грунтов, анализу подлежат также алевролитовая и пелитовая фракции песчаных и крупнозернистых отложений. Должна быть опробована каждая литологическая разность пород; в интервале 0–1 м пробы отбираются в среднем через 0,25 м, до уровня грунтовых вод первые 10 м через 0,5 м и далее через 1 м и с контактов пород. Натурное изучение сорбционных параметров производится на специальных типовых участках с характерным геолого-литологическим разрезом в зоне максимального воздействия проектируемого предприятия.

Опытно-миграционные работы позволяют получить количественные параметры миграции загрязнителя в водоносных пластах, что дает возможность проводить соответствующие расчеты, делать прогнозы, моделировать процессы загрязнения подземных вод. Суть рассматриваемого метода заключается в запуске в водоносные горизонты химически инертных веществ или тепловых трассеров-индикаторов через приемные скважины и слежение за их перемещением в водоносном пласте (Кирюхин и др., 1993).

4.4.4. Отбор проб и пробоподготовка

На малых и средних реках поверхностные пробы воды отбираются специально предназначенными для этой цели белым полиэтиленовым или винипластовым ведром. На более крупных реках, особенно при отборе с глубин, применяются различные виды винипластовых батометров. Общим требованиям, предъявляемым к сосудам и емкостям для транспортировки и хранения проб, лучше всего отвечает полиэтиленовая посуда (Алекин и др., 1973) или емкости из прозрачного, бесцветного химически стойкого стекла (Унифицированные …, 1971). Более практичной, особенно на этапе отбора и транспортировки проб, является полиэтиленовая посуда.

Емкости и приборы, используемые при отборе и транспортировке проб, перед использованием тщательно моются концентрированной соляной кислотой. Для обезжиривания используют синтетические моющие вещества. Остатки использованного для мытья реактива полностью удаляют тщательной промывкой емкостей водопроводной и дистиллированной водой. Подобную процедуру рекомендуется проводить периодически. При отборе пробы емкости следует несколько раз ополаскивать исследуемой водой. При отборе пробы емкости следует несколько раз ополаскивать исследуемой водой. При проведении работ обычно определенные емкости закрепляют за конкретными створами. Это значительно снижает вероятность вторичного загрязнения пробы. Недопустим отбор проб воды приборами и емкостями из металла или с металлическими деталями и их хранение перед анализом в металлических контейнерах.

Объем пробы воды зависит от определяемых компонентов и метода установления их концентрации. В пробах, непосредственно на месте отбора, определяют величину pH. В случае анализа воды на Cu, Zn, Pb, Ni, Co, U, Ra, проводят подкисление соляной кислотой (3 мл на 1 л воды), а в пробах, подвергаемых анализу на Hg и Ag – серной кисло-

той (3 мл на 1 л воды). Кислота должна быть “спектрально чистой” (Алексеенко, 2000).

Отбор гидрохимических проб обязательно должен сопровождаться записями в журнале опробования, нанесением на топографическую карту пунктов отбора проб, составлением паспорта на пробу, который может привязываться к горлышку бутылки или подписываться. При отборе проб из источников проводятся следующие операции: 1) устанавливается положение источника по отношению к орографическим и гидрографическим элементам; 2) изучается характер водовмещающих пород; определяется тип источника и описывается характер выхода воды; 3) измеряется дебит источника; 4) определяются физические свойства воды; 4) отбираются для спектрального анализа и описываются образцы отложений источника; 5) при наличии каптажа осуществляется его описание и определяется возможность загрязнения им вод. При опробовании поверхностных вод проводят: 1) описание водоема (потока) и гидрогеологических условий участка; 2) измерение расхода воды; 3) определение физических свойств воды (Алексеенко, 2000).

После отбора и доставки проб в лабораторию (полевую или стационарную) они немедленно фильтруются. Это производится для разделения растворенных и взвешенных форм химических элементов. Без особых усилий и при эффективной работе нитроцеллюлозного фильтра удается профильтровать 1–3 литра воды. На фильтре в таком случае осаждается до 20–80 мг взвеси из загрязненных вод или 15–40 мг взвеси из фоновых вод. Для анализа взвеси на широкий круг элементов с приемлемой чувствительностью можно объединить несколько фильтров, что увеличивает навеску. В зависимости от поставленных задач могут использоваться мембранные фильтры с отверстиями 0,4–0,5 мкм, ядерные на лавсановой пленке или наиболее доступные, дешевые и распространенные нитроцеллюлозные фильтры.

После предварительной обработки водных проб получается осадок на фильтрах, которые высушиваются и хранятся в чашках Петри, отстой или сепарационная взвесь (хранятся в пакетиках из кальки или бюксах) и фильтрат – та часть воды, которая прошла через фильтр.

Взвесь на фильтрах, отстой и сепарационная взвесь не требуют немедленного анализа и могут храниться некоторое время в соответствующих условиях (прохладное темное место). Но необходимо непосредственно после их получения разделить и приготовить пробы к соответствующим видам анализа. Кроме того, следует помнить, что даже в твердом материале возможны различные фазовые превращения химических элементов, особенно в непригодных для хранения условиях. В частности, очень недолго хранится ртуть. Поэтому анализ твердого взве-

шенного материала необходимо проводить в как можно более короткое время. Даже кратковременное хранение собственно проб воды – фильтрата – без необходимой предосторожности может привести к заметным изменениям концентраций и форм нахождения химических элементов. В связи с этим обязательно немедленно проводить анализы на компоненты, которые не могут без существенных потерь долго находиться в пробах или не выдерживают хранения. Далее осуществляется консервация проб на химические компоненты, которые могут определенное время храниться. Затем производится концентрирование проб (экстракция, осаждение, упаривание и т.п.) на наиболее важные компоненты, после чего они могут храниться достаточно долго до отправки на анализ (Методические …, 1985[2]).

На рисунке 4.4.1 показана схема обработки и анализа водных проб (Методические …, 1985[2]).

Реализация такой схемы требует развертывания в полевых условиях достаточно сложной лаборатории (при отсутствии стационарной), предназначенной, как отмечалось, для фазового разделения, консервации, концентрирования проб на химические элементы, а также для экспрессного определения отдельных компонентов состава воды, быстро меняющих свое содержание или форму нахождения. Необходимо подчеркнуть, что все подготовительные процедуры (фильтрование, консервация, концентрирование) необходимо проводить в день отбора проб.

Как следует из схемы, фильтрат разделяется на аликвоты по видам применяемых анализов. Во всех случаях необходимо непосредственно в поле проводить несложные по организации и методике определения суммы тяжелых металлов, хлора, сульфатов, фосфатов, железа (двух- или трехвалентного), окисляемости, нитритных, нитратных и аммонийных форм азота и pH. Изменения этих показателей очень характерны в условиях техногенного воздействия и хорошо ориентируют исследователя при проведении полевых работ. Желательно также проведение в полевой лаборатории и общесолевого анализа. Все остальные химические элементы анализируются в стационарной лаборатории, а в полевых условиях лишь тем или иным способом консервируются.

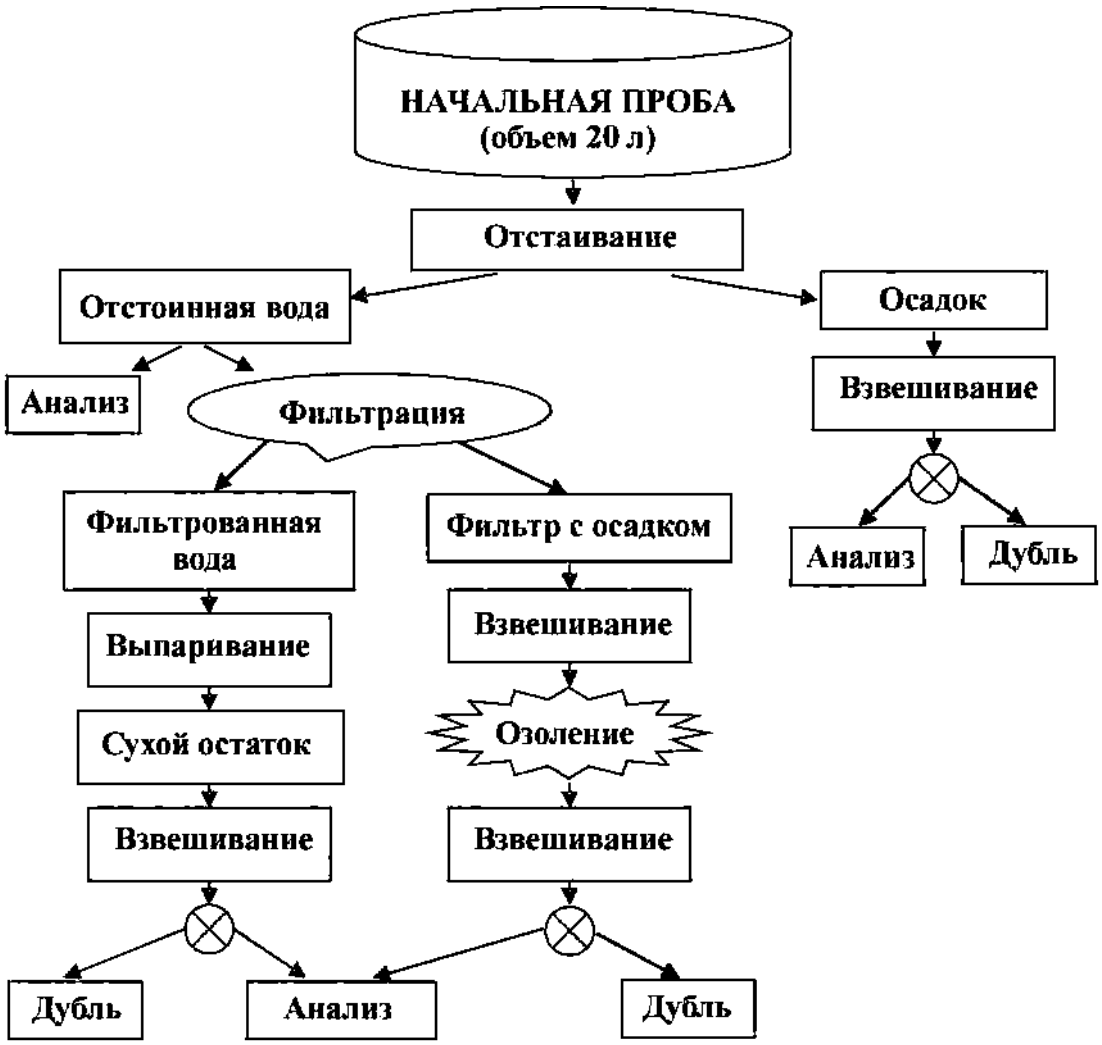


Рис. 4.4.1. Схема обработки и анализа водных проб

4.5. Мониторинг растительности

4.5.1. Общая характеристика

Растения – крайне важный и интересный объект для характеристики состояния окружающей среды. Важность оценки состояния природных популяций растений состоит в том, что именно растения являются основными процудентами, их роль в экосистеме трудно переоценить. Растения чувствительный объект, позволяющий оценивать весь комплекс воздействий, характерный для данной территории в целом, поскольку они ассимилируют вещества и подвержены прямому воздействию одновременно из двух сред: из почвы и из воздуха. В связи с тем, что растения ведут прикрепленный образ жизни, состояние их организма отражает состояние конкретного локального местообитания. Удобство использования растений состоит в доступности и простоте сбора материала для исследования. Специфика растений как объекта исследования предъявляет определенные требования к выбору видов. При выборе вида в зависимости от задачи исследования, необходимо учитывать, что, в силу прикрепленного образа жизни, мелкие травянистые виды растений в большей степени, по сравнению с древесными видами, могут отражать микробиологические условия (как естественные локальные различия типа почвы, влажности и других факторов, так и антропогенные – точечное загрязнение). При наличии таких микробиологических различий, получаемые оценки состояния растений могут существенно различаться для разных видов. Это означает, что для выявления микробиологических различий предпочителен выбор травянистых растений, в то время как для характеристики достаточно больших территорий лучше использовать древесные растения. По данным Н.Г. Кряжевой и Е.К. Чистяковой (Захаров и др., 2001) сбор материала следует проводить после остановки роста растений. Каждая выборка должна включать в себя 100 листьев (по 10 листьев с 10 растений). При выборе растений важно учитывать четкость определения принадлежности растения к исследуемому виду, условия произрастания особи и возрастное состояние растения. Для оценки стабильного развития растений можно использовать любые признаки по различным морфологическим изменениям. Некоторые ограничения при этом накладываются лишь необходимостью того, чтобы рассматриваемые признаки были полностью сформированы к моменту исследования. В качестве наиболее простой системы признаков, удобной для получения большого объема данных для различных популяций, предлагается система промеров листа у растений с билатерально симметричными листьями. Для оценки величины флуктуирующей асимметрии необходимо выбирать признаки, характеризующие

общие морфологические особенности листа, удобные для учета и дающей возможность однозначной оценки. Для оценки степени нарушения стабильности развития удобно использовать пятибалльную оценку (Захаров и др., 2001).

Изучение геохимических особенностей растительности сопровождается описанием ее на участках, непосредственно примыкающих к избранным на профиле местам заложения разрезов. Оно производится по принятой в обычных геоботанических исследованиях методике, на пробных площадках, размеры которых варьируют до 100 м^2. Наряду с обычными геоботаническими описаниями при ландшафтно-геохимических исследованиях особое внимание следует уделять некоторым особенностям растений и растительного покрова в целом. Установлено, что изменчивость внешнего облика растений, их размеров, формы и цвета листьев, цветов, характера кущения в зависимости от недостатка или избытка некоторых элементов. Все эти изменения, или, как их называют геоботаники, “морфы”, могут быть внешними показателями определенных уровней содержания в ландшафтах ряда биологически важных элементов. Все морфологические отклонения растений от нормы должны фиксироваться. Изменения обилия некоторых видов или родов растений может быть показательным для суждения об аномальном содержании некоторых элементов в почвах.

4.5.2. Отбор проб и пробоподготовка

Биогеохимическое опробование целесообразно проводить в течение времени, соответствующего определенной фенологической фазе развития растений. Если такой возможности нет, то площадь работ делится на участки, опробование которых займет время, соответствующее определенным фенофазам развития растений. Введение поправок на вегетационные колебания содержаний элементов нецелесообразно, так как представляет собой трудоемкую и малоточную работу. Если требуется зимнее опробование, его проводят после наступления устойчивых морозов и до начала весенних оттепелей (Алексеенко, 2000).

Биогеохимические пробы могут быть простыми (берется одно растение или одна, заранее определенная его часть) и составными. В последнем случае для пробы отбирается также только один вид растения или его определенная часть. Опробование растений (биогеохимическое) осуществляют на основных точках наблюдения по преобладающим (2-5) видам, повсеместно растущим в районе. Каждое растение составляет отдельную пробу. У травянистых растений в одну пробу отбирают всю наземную часть. Корень отрезают от стебля, тщательно отря-

хивают от минеральных частиц и помещают в отдельный мешочек. Остальную часть растения заворачивают в плотную бумагу.

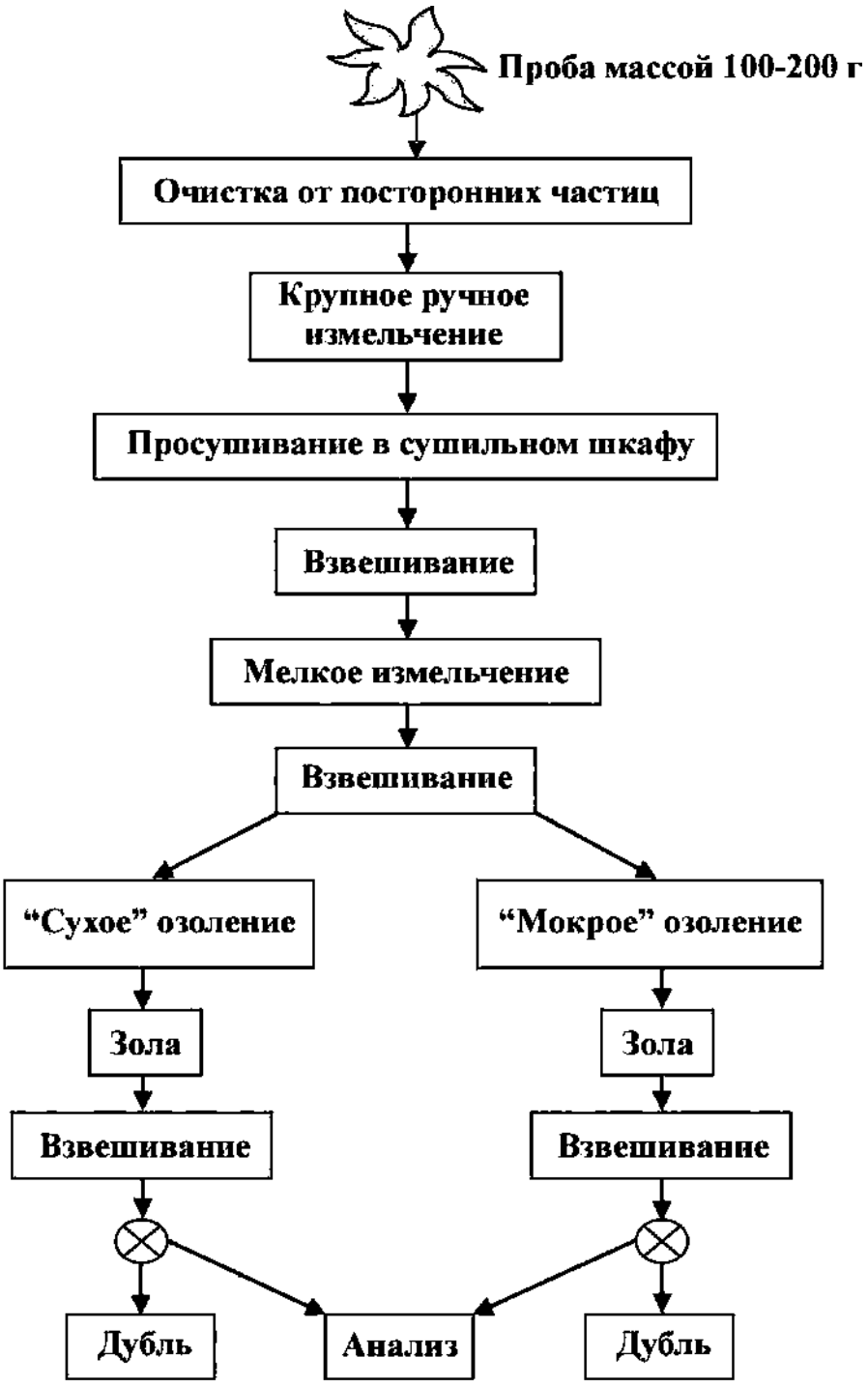


Рис. 4.5.1. Схема обработки и изучения проб растительности

Многолетние кустарники и деревья опробуют, формируя пробы из одних и тех же частей растения (листья, прирост последнего года, многолетние побеги, кора). Масса биогеохимической пробы составляет 100-200 г сырого вещества. Для растений с большой зольностью масса пробы может быть 50-100 грамм. Пробу растений маркируют, указывая номер пробы, номер основного разреза и профиля. Для отбора проб могут быть использованы ножи, садовые ножницы, сучкорезы. Листья с деревьев и кустарников удобнее всего отбирать руками в перчатках. Методика пробоподготовки заключается в высушивании и измельчении пробы, после чего подвергается озолению. Схема пробоподготовки приводится на рисунке 4.5.1.

Озоление проб проводится в лабораторных условиях в специальных электрических печах (Ковалевский и др., 1967; Ковалевский, 1991; Алексеенко, 2000). Последние позволяют выдерживать определенный температурный режим, что резко увеличивает производительность работ при улучшении качества. Озоление можно проводить в фарфоровых и металлических тиглях, предварительно установив, что данные тигли не вызывают загрязнение проб. Оптимальные режимы озоления растений приводятся в таблице 4.5.1.

Таблица 4.5.1

Оптимальные режимы озоления растений
(Алексеенко, 2000)

Исследуемый материал	Нагревание	Температура, C^0	Время выдержки после набора температуры, час
Сосна (хвоя)	Быстрое	450-550	2 – 3*
Листья дуба, граба	Быстрое	450-550	0,5 - 2
Тополь, ива (листья)	Быстрое	450-550	0,5 - 2

Примечание: *- герметизация печи в период набора температуры

Показателем полного озоления является появление равномерной окраски золы (от белой до пепельно-серой и коричневой) и отсутствие черных углей. Вероятные причины брака при озолении и способы его исправления приводятся в таблице 4.5.2.

Таблица 4.5.2

Вероятные причины брака при озолении и способы его исправления (Алексеенко, 2000)

Отклонение от нормального состояния озоления	Возможные причины	Способы исправления
Неполное выгорание органических веществ	Недостаточное время выдержки Высокая скорость подъема температуры	Увеличить время нахождения пробы в печи Неустраним или трудно устраним выдержкой в течение 15 – 40 час при температуре озоления
Темная зола	Повышение температуры и оплавление золы (жесткая «зола»)	Неустраним; в дальнейшем для других проб необходимо снизить температуру выдержки на 80-100^{0}C
Оплавление золы	Превышение температуры	Неустраним

Зольность сухого вещества наземных растений приводится в таблице 4.5.3.

Таблица 4.5.3

Зольность сухого вещества наземных растений (Алексеенко, 2000)

Биообъект	Содержание золы в сухом веществе, %	
	предельное	среднее
Древесина лиственницы, сосны, кедра	0,12-0,35	0,2
Древесина осины, ивы, кора березы	0,7-1,4	1,0
Двух-, восьмилетние стебли и ветви кустарниковых растений, кора сосны и кедра	1,0-2,6	1,6
Двух-, восьмилетние части ветвей древесных растений, кора лиственницы	0,8-3,6	2,0
Одно-, двухлетние побеги древесных, кустарниковых растений	1,7-3,8	2,5
Крупные корни древесных, кустарниковых и травянистых растений	1,2-5,0	2,5
Многолетняя хвоя древесных и кустарниковых растений	2,0-4,3	3,0
Кора осины	3,4-5,7	4,0
Листья кустарниковых растений, хвоя ли-	3,7-6,5	5,0

ственницы		
Зеленые побеги древесных растений	4,8-11	6,0
Мелкие корни древесных, кустарниковых и травянистых растений	3,6-10	6,0
Листья древесных растений	4-12	7,0
Наземные части травянистых растений с нормальной зольностью	6-12	8,0
Наземные части травянистых растений с повышенной зольностью	10-17	13

Золу подвергают растиранию и отправляют в лабораторию на анализ. Учитывая большую гигроскопичность золы многих растений, а также повышенную «слипаемость» ее отдельных частичек, спектральный анализ золы биогеохимических проб «методом просыпки» в большинстве случаев невозможен (Алексеенко, 2000).

4.6. Мониторинг биоты

Для изучения животного мира, в практике работ, перспективными объектами биологических исследований могут выступать пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие.

Из рептилий наиболее интересным объектом исследования может быть прыткая или полосатая ящерицы по данным А.С. Баранова, В.И. Борисова, А.В. Валецкого и Н.П. Ждановой (Захаров и др., 2001). Использование этого вида представляется удобным, в связи с его широким распространением. Кроме того, ящерицы имеют небольшой радиус индивидуальной активности, в связи с чем, могут отражать состояние локальной территории. Так как возрастные и половые у ящериц по уровню стабильности развития отсутствуют, выборка может быть суммарной. Однако необходимо учитывать, что полученные оценки стабильности развития по морфологическим признакам отражают ситуацию на момент формирования исследованных признаков (период пренатального онтогенеза) и не подвержены дальнейшим возрастным изменениям. Поэтому, при сравнении разных популяций лучше использовать особей из одновозрастных групп (сеголетки, молодые, взрослые). Учитывая дальнейшую статистическую обработку, объем выборки должен быть не меньше 20 особей. Материал не нуждается в предварительной подготовке. Непродолжительное время пойманных особей можно хранить в замороженном виде. Затем их лучше зафиксировать. Хранить

материал нужно в 72-75 % этаноле. Для оценки стабильного развития можно использовать любые билатеральные признаки различных морфологических структур. Лучше выбирать признаки, которые легко учитываются. Наиболее удобными являются признаки фолидоза (чешуйчатого покрова). В настоящее время балльная шкала оценки отклонений стабильности развития от условной нормы находится в стадии разработки.

Птицы, как объекты для оценки здоровья среды, обладают рядом преимуществ: приуроченность развития птенцов к определенному локальному участку, большое экологическое разнообразие. По данным П.Д. Венгерова (Захаров и др., 2001), объекты исследования должны отвечать следующим требованиям: многочисленность, оседлость (при анализе взрослых особей), широкая распространенность, эвритопность, доступность изучения. Из воробьинообразных можно рекомендовать большую синицу, мухоловку-пеструшку, обыкновенного скворца, домового и полевого воробьев и др. Для оценки ситуации в текущем году на локальном участке оптимальным вариантом является использование гнездовых птенцов. Возможен также отлов ювенильных особей после вылета из гнезда до начала дальних кочевок. Взрослых птиц используют только у строго оседлых видов при сравнении каких-либо удаленных биотопов, например, естественных и урбанизированных территорий. Особей разных полов объединяют в одну выборку, поскольку по величине асимметрии они не различаются. Достаточный объем выборки – 30 особей. После осмотра птиц кольцуют и возвращают в природу. В большинстве случаев допустима только прижизненная обработка, что ограничивает набор признаков. Исследования связаны с метрическими признаками оперения (длина маховых и рулевых) и меристических признаков фолидоза ног (число роговых щитков). Предпочтительнее использовать последние. Они легко учитываются, проявляют индивидуальную изменчивость. У воробьиных птиц роговые щитки покрывают переднюю и заднюю части цевки и верхнюю сторону пальцев. Достаточно анализировать изменчивость числа щитков на втором, третьем и четвертом пальцах, как наиболее легко и безошибочно учитываемых. Подсчет щитков производится от проксимального к дистальному концам пальцев, при этом совокупность щитков, расположенных в месте причленения пальцев к цевке, не учитывается. Бальная шкала оценки отклонений стабильности развития от условий нормы находится в стадии разработки.

Млекопитающие, находясь на вершине пищевых цепей, являются важным объектом для характеристики рассматриваемой экосистемы. Данные А.С. Баранова, В.И. Борисова, А.В. Валецкого (Захаров и др., 2001), полученные по представителям этой группы, в наибольшей сте-

пени пригодны для экстраполяции на человека. Использование фоновых, наиболее многочисленных для данного региона видов облегчает сбор материала и дает возможность получения выборок одного и того же вида во всех изучаемых точках. Можно использовать такие широко распространенные виды как рыжая и обыкновенная полевки, полевая и домовая мыши, обыкновенная бурозубка и др. Различия между животными разных возрастных групп обычно отсутствуют, поэтому возможно использование суммарной выборки. Если желательна оценка ситуации на текущий момент, необходимы выборки молодых особей этого года рождения. Для характеристики популяции необходимо использование репрезентативной выборки. Опыт свидетельствует, что адекватная оценка ситуации может быть получена уже при анализе 20 особей. При сборе материала предпочтительнее использование живоловок или ловчих канавок, т.к. другие орудия отлова могут повреждать материал, что особенно нежелательно при малой численности животных. При интерпретации результатов необходимо учитывать, что полученные оценки стабильности развития по хронологическим признакам отражают воздействие на момент формирования исследованных признаков (период пренатального онтогенеза и ранние этапы постнатального развития) и не подвержены дальнейшим возрастным изменениям. Материал до обработки лучше хранить в замороженном виде. При отсутствии такой возможности для фиксации можно использовать 70% этанол или 4% формалин. Для изучения асимметрии у мелких млекопитающих наиболее удобным представляется черепной материал. Мягкие ткани удаляются с костей черепа после вываривания. Качество очистки черепа желательно контролировать под бинокуляром. Костный материал требует особых условий хранения. Он может сохраняться длительное время. При изучении стабильности развития млекопитающих в большинстве случаев используются хронологические признаки, а именно число мелких отверстий для нервов и кровеносных сосудов на левой и правой сторонах черепа. Эти признаки, которые формируются на ранних стадиях онтогенеза и не подвержены, как правило, возрастным изменениям. Для оценки стабильности развития млекопитающих используется пятибалльная шкала (Захаров и др., 2001).

4.7. Мониторинг экзогенных геологических процессов

4.7.1. Методологические и организационные основы мониторинга экзогенных геологических процессов

В настоящее время разработаны методические рекомендации и требования по организации и ведению государственного мониторинга

экзогенных геологических процессов (ЭГП) (Требования …, 1995; Методические …, 1997; Методические …, 2000). В этом направлении оригинальные материалы изложены в диссертационной работе А.О. Крутовского (2002). Проблемой мониторинга ЭГП в настоящее время занимаются многие организации и отдельные исследователи (Ольховатенко и др., 2002). Основная задача на современном начальном этапе исследований – правильно наметить стратегическое направление решения этой весьма сложной проблемы. Мониторинг ЭГП является составной частью мониторинга инженерно-геологических условий. Участки проявлений экзогенных геологических процессов входят в состав наблюдательных сетей различного уровня – государственные опорные сети федерального и территориального значения, локальные (объектные) сети муниципального и ведомственного значения, что хорошо демонстрируется на примере Томской области по данным ТЦ Томскгеомониторинг (рис.4.7.1).

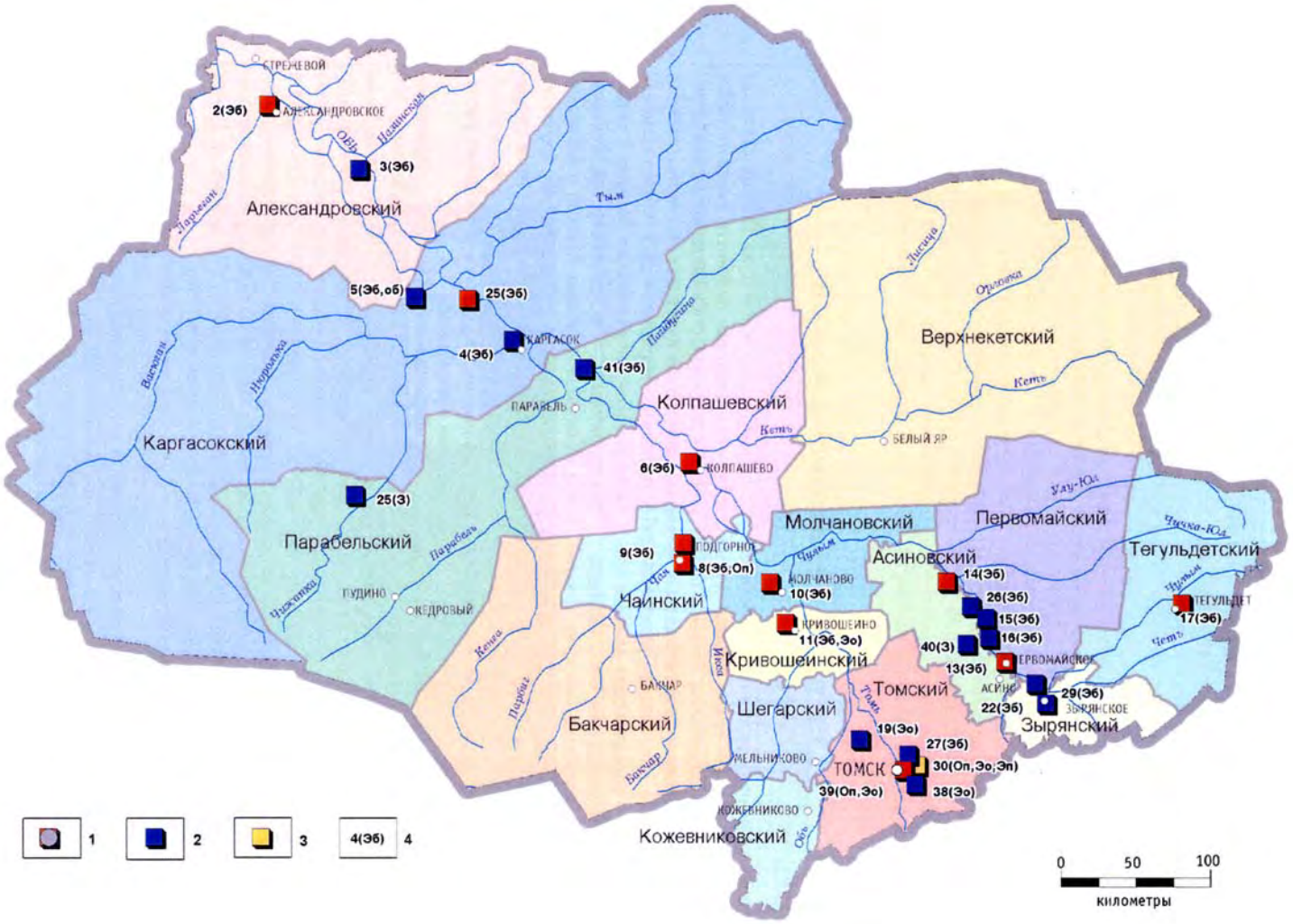


Рис. 4.7.1. Схема наблюдательной сети за экзогенными геологическими процессами на территории Томской области (по данным ФГУП ТЦ «Томскгеомониторинг»)

1 – опорная государственная наблюдательная сеть федеральная; 2 - опорная государственная наблюдательная сеть территориальная; 3 – ведомственная наблюдательная сеть; 4 – подписи пунктов наблюдения: цифра около знака – номер участка, буквы в скобках – индексы генетических типов ЭГП (Оп – оползни, Эо – эрозия овражная, Эб – эрозия боковая, З – заболачивание).

Государственная опорная федеральная сеть включает объекты мониторинга ЭГП, развитие которых оказывает существенное влияние на состояние верхней части недр на значительных территориях. Результаты наблюдений по федеральной сети представляют собой информационную основу оперативного управления фондом недр и безопасного недропользования на федеральном уровне. Объектами мониторинга по федеральной сети являются в основном эрозионные процессы, связанные с деятельностью речных потоков. Развитие речной боковой эрозии создает угрозу безопасности для крупной группы населенных пунктов.

Государственная опорная территориальная сеть объединяет участки наблюдения, на которых развитие геологических процессов оказывает негативное воздействие на инженерно-хозяйственные объекты области. Вместе с тем данные наблюдения по территориальной сети, наряду с данными федеральной сети, используются для региональной текущей и прогнозной оценки состояния геологической среды в целях рационального управления фондом недр.

Локальные (муниципальные и ведомственные) наблюдательные сети представлены единичными участками, где проводятся наблюдения организациями, деятельность которых может оказать влияние на активизацию ЭГП.

Основные задачи мониторинга ЭГП:

- изучение режима ЭГП и факторов, в том числе техногенных, на специально организованной опорной наблюдательной сети;
- оценка активности ЭГП и их влияния на геологическую среду;
- изучение, оценка характера и степени влияния деятельности человека на активность ЭГП;
- составление различных видов прогноза ЭГП;
- проверка, оценка оправдываемости и уточнение прогнозов;
- оценка степени подверженности народно-хозяйственных объектов воздействию ЭГП;
- разработка рекомендаций по охране и рациональному использованию геологической среды от ЭГП;
- усовершенствование и развитие опорной наблюдательной сети, в том числе создание специальных наблюдательных сетей для решения важных народнохозяйственных задач;
- разработка и ведение постоянно действующих моделей (ПДМ) прогноза ЭГП.

Мониторинг предусматривает изучение режима ЭГП как в региональном, так и в локальном аспектах. В связи с этим опорная наблю-

дательная сеть должна включать в себя участки наблюдений различных категорий. Целесообразно для этой цели иметь участки трёх категорий.

Опорная наблюдательная сеть выбирается на основе анализа специальных инженерно-геологических карт районирования по условиям развития и по интенсивности проявления ЭГП. При её организации на опорных участках выполняются специальные инженерно-геологические исследования, характер и детальность которых зависит от категории участков.

Следует отметить, что в системе наблюдений на участках первой и второй категории большое место должны занимать аэрометоды (аэровизуальные наблюдения, аэрофотосъёмка и др.). Для оценки активности ЭГП на больших территориях могут быть использованы космические методы.

В системе мониторинга ЭГП выполняются следующие виды прогнозов: региональные и локальные, долговременные и краткосрочные. Неотъемлемой частью мониторинга в дальнейшем должны быть инженерно-геологические постояннодействующие модели (ПДМ). ПДМ предназначены для решения инженерно-геологических задач, связанных с оценкой применения геологической среды и прогнозом экзогенных геологических процессов. Использование ПДМ обеспечивает упорядочение технологии сбора и обработки инженерно- геологической информации на основе современной вычислительной техники.

Система инженерно-геологических ПДМ включает три уровня моделирования. ПДМ первого уровня контролирует всю территорию и обеспечивает выявление площадей и периодов активизации всех, основных ЭГП с их ежегодной корректировкой.

ПДМ второго уровня создаются для участников наиболее интенсивного развития отдельных ЭГП.

ПДМ третьего уровня характеризуют отдельные локальные участки проявления ЭГП с целью контроля и оперативного прогноза их развития.

4.7.2. Наблюдательная сеть в системе мониторинга экзогенных геологических процессов

1. Основными задачами наблюдений за режимом ЭГП в системе их мониторинга являются получения исходной информации, необходимой и достаточной для контроля за состоянием ЭГП, их прогноза, и выдача рекомендаций по предотвращению опасного воздействия ЭГП на народнохозяйственные объекты.

2. Объектами режимных наблюдений становятся не столько природные, сколько природно-техногенные геосистемы (ПТГ), изучаемые на нескольких уровнях исследований. В настоящее время режимные наблюдения осуществляются на региональном и локальном уровнях.

3. В зависимости от масштаба исследований, интенсивности проявлений ЭГП и границ ПТГ устанавливаются наблюдательные участки различных категорий. При этом на региональном уровне (участки первой и второй категорий) в качестве основного наблюдаемого параметра выступает активность проявления ЭГП, выраженная как соотношение качеств или площадей элементарных проявлений, либо в виде обобщённых комплексных показателей (например, в виде геодинамического потенциала). На локальном уровне (участки третьей категории) основными наблюдаемыми параметрами, характеризующими режим ЭГП, являются значения величин и скоростей деформирования грунтов. Кроме того, на всех уровнях, но с разной степенью детальности ведутся наблюдения за факторами, влияющими на развитие ЭГП.

По задачам и составу наблюдений целесообразно выделять участки нескольких видов:

- опорные, на которых выявляются основные закономерности и механизм ЭГП, проводится наиболее полный комплекс видов наблюдений;
- специальные, на которых ведутся наблюдения за режимом ЭГП, непосредственно угрожающих конкретным народнохозяйственным объектам;
- изыскательские, где ведутся кратковременные (на период изысканий) режимные наблюдения в соответствии с действующими нормативными документами;
- опытно-методические полигоны, на которых в отличие от опорных участков проводятся проверка и отработка методов изучения и прогноза ЭГП, натурные эксперименты по искусственной активизации процессов, а также оценка эффективности по инженерной защите территории.

4. Инженерно-геологическим обоснованием размещения наблюдательной сети являются карты проявлений и условий развития ЭГП. В качестве критериев выбора наблюдательных участков выступают требования представительности, т.е. отражения наиболее типичных условий развития процессов, их активности, практической значимости участков с учётом имеющихся материальных и финансовых ресурсов.

5. При региональных исследованиях для получения обобщённых показателей особое значение имеет применение аэрокосмических мето-

дов наблюдений, при локальных – стационарных наземных наблюдений с увеличением роли автоматизированных измерений основных изучаемых параметров.

6. Основным требованием к информации, получаемой на наблюдательных участках, является её оперативное использование для составления прогнозов ЭГП.

4.7.3. Сбор, обработка, анализ информации об экзогенных геологических процессах и основных изменяющихся факторах

В системе мониторинга ЭГП важнейшую роль играют систематические данные об активности проявления ЭГП и факторах, их определяющих.

Прежде всего, необходимо получать информацию о динамике показателей активности ЭГП, отличающихся в зависимости от категории наблюдательных участков характером и частотой наблюдения.

Комплекс изменяющихся факторов проявления ЭГП определяется механизмом развития и типом ЭГП. Важнейшими из них являются метеорологические и гидрологические (атмосферные осадки, температура воздуха, волнение и уровни морей и водохранилищ, расходы водотоков и т.п.)

Для характеристики многолетнего режима ЭГП необходимы данные по следующим показателям метеорологических и гидрологических факторов:

-количество осадков (в мм) за год, за тёплый и холодный периоды года, за определённый сезон;

-число дней с осадками различной величины (облачными и ливневыми, и т.д.), их интенсивность;

-средняя температура воздуха за год, за тёплый и холодный периоды года, по сезонам, за период снеготаяния, число дней с переходом средней температуры воздуха через 0° и т.д;

-число дней с различными циркуляционными процессами в северном полушарии, классифицируемыми по типизации атмосферной циркуляции.

Информация по метеорологическим и гидрологическим показателям содержится в специальных метеорологических справочниках и ежемесячниках, выпускаемых территориальными подразделениями Госкомгидромета и при составлении временных рядов в основном не требует специальной обработки.

При прогнозировании оползневого и некоторых других ЭГП из изменяющихся факторов важнейшими являются гидрогеологические условия, показателем для которых служит уровень грунтовых вод.

Для анализа информации об ЭГП и факторах, их обуславливающих, применяется широкий комплекс методов, включающий как простые качественные, так и сложные математические методы. Сложные методы реализуются на ЭВМ с помощью специальных программ.

Оценка тесноты связи процессов и факторов осуществляется количественными и качественными методами. Качественная оценка производится по отношению к норме, количественная – преимущественно на основании корреляционно – регрессионного анализа.

4.7.4. Автоматизированная информационная система для ведения мониторинга экзогенных геологических процессов

Взаимосвязь автоматизированных информационных систем (АИС) и мониторинга ЭГП наглядно демонстрируется при рассмотрении функциональной и компонентной структур литомониторинга (Осипов, 1986).

В компонентном аспекте литомониторинг делится на четыре подсистемы 1-го порядка: мониторинг горных пород; мониторинг подземных вод; мониторинг недр; мониторинг ЭГП. Следовательно, мониторинг ЭГП является подсистемой 1-го порядка литомониторинга. В функциональном аспекте литомониторинг делится на три подсистемы: получение информации о структуре и свойствах геологической среды; наблюдение и контроль за изменением геологической среды; оценка и прогноз изменений геологической среды. Третья подсистема представляет собой АИС.

Таким образом, мониторинг ЭГП и инженерно-геологические АИС являются одноуровенными подсистемами литомониторинга.

Реализация АИС в системе мониторинга ЭГП позволяет решать следующие задачи:

- стандартизировать формы сбора и хранения первичной режимной информации;
- перманентно корректировать сеть режимных наблюдений за изучаемым ЭГП;
- автоматизировать трудоёмкие речные расчёты характеристик процесса и факторов, его обуславливающих;

- уточнять методику проведения режимных наблюдений и перечень показателей, определённых в процесс сбора и обработки материалов;
- разрабатывать прогнозно-диагностические модели, аппроксимирующие изучаемый процесс и на основе расчётов по этим моделям прогнозировать ЭГП. Прогнозирование осуществлять перманентно, то есть по ходу поступления новой режимной информации уточнять модели и пересчитывать прогнозные параметры.

Реализация мониторинга ЭГП позволит: пересмотреть существующую структуру организации стационарных режимных наблюдений; увязать в единую систему все материалы режимных наблюдений; конкретизировать цели и методику проведения наблюдений; создать единую методологическую базу для прогнозирования ЭГП; составлять и перманентно вести прогнозно-диагностические модели, как отдельных процессов, так и комплексов, парагенетически связанных ЭГП.

4.7.5. Основные требования к региональной службе контроля и прогноза опасных геологических процессов

Крупномасштабная хозяйственная деятельность, как правило, активизирует или вызывает к жизни новые, ранее не известные на исследуемой территории, самые разнообразные современные геологические процессы, наиболее распространёнными и опасными среди которых являются загрязнение подземных вод, подтопление населённых пунктов, оползни, эрозия, термокарст, землетрясения и прочее.

С целью обеспечения необходимой информацией о современных геологических процессах различных отраслей промышленности и сельского хозяйства, рационального использования и охраны геологической среды необходимо создать научно-производственную службу контроля и прогноза опасных геологических процессов (службу геопрогноза или литомониторинга).

Структура службы геопрогноза должна включать:

- наземные и, при необходимости, аэрокосмические наблюдательные сети, регистрирующие в автоматизированном режиме изменения основных параметров, характеризующих современные геологические процессы и внешние факторы, определяющие их развитие;
- лабораторно-экспериментальную и аналитическую базу;
- современные средства передачи, хранения и обработки информации;

- научно-исследовательские подразделения, которые должны производить разработку и совершенствование программ, алгоритмов и выдачу основных результатов исследований.

Объектами исследований службы геопрогноза являются геологическая среда и протекающие в ней естественные и техногенные современные геологические процессы, внешние геолого-гидрологические условия и физико-географические факторы, методология и конкретные методы, алгоритмы, программы изучения и прогноза развития опасных геологических процессов.

Основной продукцией службы геопрогноза должны быть:

- оперативное, краткосрочные и долгосрочные прогнозы проявления опасных геологических процессов;

- обзорные, средне- и крупномасштабные карты районирования территории по характеру и степени подверженности опасным геологическим процессам;

- рекомендации по рациональному использованию и охране геологической среды и защите инженерных объектов от современных геологических процессов.

Основная терминология на английском языке

Антропоген - Anthropogene
Антропогенез - Antropogenesis
Антропогенная (техногенная) нагрузка - Anthropogenic stress
Антропогенное вещество - Anthropogenic matter
Атмосфера – Atmosphere
Биогенные элементы - Biogenic elements
Биогеохимический цикл (круговорот) - Biogeochemical cycle
Биогеохимия - Biogeochemistry
Биогеоценоз - Biogeocenosis, biogeocenose
Биота - Biota
Биотоп - Biotope
Биоценоз - Biocenosis, biocenose, biocommunity
Бонитет - Quality index
Бонитировка - Evaluation
Верховодка - Perched water
Вечная мерзлота - Permafrost
Вещество вредное - Harmful substance
Водоохранная зона - Water-protective area
Водосбор – Catchment, catch basin, catchment area, watershed

Водоупор - Aquiclude, confing layer, impermeable, water confining stratum
Воды грунтовые – Groundwater (ground water, subferrian water, under-ground water)
Воды ископаемые - Fossil water
Временный водоток - Ephemeral stream
Гипергенез - Hypergenesis
Государственная экологическая экспертиза - State experts ecological appratsal
Грунт - Ground, earth, soil, terrain
Единичный показатель загрязнения атмосферы - Unique air pollution index
Естественная защищенность подземных вод - Natural protection of the ground waters
Естественное загрязнение атмосферы - Natural air pollution
Загазованность - Gassidity, air pollution
Загрязнение природных вод - Natural water pollution
Запасы подземных вод эксплуатационные - Usable ground water re-sources
Зона водоохранная - Water-protective area
Зона подпора подземных вод - Zone ground water hydrostatic head build-up
Зона подтопления - Waterlogged zone
Инвентаризация источников выбросов - Inventory of emission sources
Инвентаризация нарушенных земель - Inventory of disrupted lands
Индекс загрязнения - Pollutional index
Индекс качества среды - Environmental quality index
Индикатор - Indicator, marker, guide
Индикатор загрязнения - Pollution indicator
Истощение вод - Depletion of waters
Канава - Trench
Кислотные дожди - Acid rains
Локальное загрязнение почвы - Local soil pollution, local contamination of soil
Месторождение подземных вод - Ground water basin
Нагрузка антропогенная - Anthropogenic stress
Нарушенные земли - Disturbed lands
Объект водный - Water target
Опасные геологические процессы - Dangerous geological processes
Опасные экологические ситуации - Hazardous ecological conditions
Оползень - Landslide, landslip, earth-slide, rock-slide, mountain slip
Ореол рассеяния - 1. Dispersion halo; 2. Dissemination nimbus

Перенос загрязнений - Pollutants transfer
Перенос загрязнений дальний - Distal pollutants transfer
Площадь водосбора - Drainage basin
Процесс - Process
Режим подземных вод - Underground water regime
Рекреационная зона - Recreation zones
Ресурсы водные - Water resources
Свойства геологической среды экзогенные - Exogenic propertics of geological environment
Статический уровень подземных вод - Static ground water level
Сток - Sewer, flow
Уровень грунтовой воды - Water table
Уровень подземной воды - Ground- water level, water plane
Фильтрация подземных вод - Ground water filtration
Циркуляция атмосферы - Atmospheric circulation
Шурф - Pit, test pit

Глава 5. Аналитическое обеспечение при мониторинге

Для анализа объектов окружающей среды в настоящее время используются различные методы (Приборы …, 1980; Рекомендации …, 1986; Ядерно-физические …, 1987; Назаренко, Сотсков и др., 1989; Фомин, 1995), которые могут быть разделены на три группы: 1) ядерно-физические, 2) оптические и 3) физико-химические.

5.1. Ядерно-физические методы

По физической сущности наиболее часто используемые для элементного анализа ядерно-физические методы можно подразделить на три класса (Назаренко, Сотсков и др., 1989).

1. Методы, основанные на измерении альфа-, бета- или гамма-радиоактивного излучения (альфа-, бета- и гамма-спектрометрия) естественных радиоактивных нуклидов, искусственных радионуклидов, радиоактивных индикаторов, изотопного разбавления и т.д.

2. Методы, основанные на измерении наведенной искусственной радиоактивности определяемых элементов. К ним относят все виды радиоактивационного анализа, а также можно отнести нейтронно-радиационный анализ. Для активации исследуемых проб (получения наведенной активности) используются потоки различных по характеристикам нейтронов, заряженных частиц или гамма-квантов.

3. Методы, основанные на регистрации характеристического рентгеновского излучения, возбужденного различными заряженными частицами при их взаимодействии с внутренними электронными оболочками атомов элементов.

Спектрометрические методы используются для определения урана, тория, радия, калия по их естественной радиоактивности. В настоящее время являются практически единственными методами изучения радиоактивных загрязнений окружающей среды, в том числе искусственными радионуклидами.

Радиоактивационный анализ позволяет определять загрязнение окружающей среды тяжелыми и легкими элементами, в том числе радиоактивными и некоторыми их формами.

Нейтронно-активационный анализ (НАА) на тепловых и резонансных нейтронах применяют в двух вариантах – инструментальном и с радиохимическим выделением. Инструментальный вариант анализа (ИНАА) отличается высокой производительностью, достаточно низкой

трудоемкостью, многоэлементностью, возможностью автоматизации процесса анализа. Предел обнаружения элементов в зависимости от их активационных свойств и состава матрицы анализируемой пробы в основном колеблется от 10^{-3} до 10^{-6} %. Метод с радиохимическим выделением (РНАА) позволяет снизить предел обнаружения на два и более порядка, но он длителен и трудоемок.

Рентгенофлуоресцентные методы в настоящее время интенсивно развиваются. Отличаются методы высокой производительностью, многоэлементностью, сравнительно малыми трудозатратами, недеструктивностью анализа, что позволяет проводить дальнейший анализ той же самой пробы другими методами. В варианте рентгенофлуоресцентного анализа рассматривается рентгеноспектральный, в основу которого положен анализ с дисперсией по длинам волн.

5.2. Оптические методы

Среди оптических методов наибольшее распространение при анализе экологических объектов получил метод атомной абсорбции с пламенной и электротермической атомизацией проб.

Атомно-абсорбционный анализ особенно применим для определения следов или малых количеств элемента в различных объектах окружающей среды – водах, почвах, растениях и т.д. Особая ценность атомно-абсорбционного анализа для контроля окружающей среды состоит в том, что из одного раствора после разложения образца можно определять многие элементы. Метод позволяет определять элементы в зависимости от свойства элемента и используемой методики анализа в широком интервале содержаний – от 10^{-6} % до десятков процентов.

Эмиссионный спектральный анализ позволяет определять многие элементы из одной навески. Предел чувствительности эмиссионного спектрографа для большинства элементов равен, как правило, нескольким граммам на тонну.

Атомно-эмиссионная спектрометрия с индивидуально связанной плазмой в последние годы очень быстро развивается. Этому способствуют низкие пределы обнаружения большой группы элементов, высокая точность измерений, возможность одновременного определения макро- и микрокомпонентов пробы, возможность автоматизации процессов анализа.

5.3. Физико-химические методы

Данный раздел представлен широким кругом методов, который может быть использован для элементного анализа объектов окружающей среды.

Электрохимические методы – вольтамперометрия, полярография, кулонометрия и др. основаны на измерении величины электрического тока или разности потенциалов, возникающих в растворах при протекании в них различного рода химических реакций.

Потенциометрический метод с использованием ионоселективных электродов позволяет определять свыше 25 ионов в растворах в широком диапазоне концентраций. Результаты измнрнний не зависят от цвета и вязкости раствора, мутности, наличия взвешенных твердых частиц. Они незаменимы при определении ионного состава биологических растворов (сыворотки, крови и т.д.).

Хроматографические методы применяются при исследовании летучих компонентов почв, органических соединений и других материалов.

Аналитические работы при специализированных геоэкологических исследованиях предусматривают выполнение большого объема лабораторных анализов почв, пород, пыле-аэрозольных выпадений, вод, биомассы на широкий комплекс элементов, всесторонне характеризующих как их природный состав, так и степень загрязнения радиоактивными элементами (их идентификация), тяжелыми металлами и другими токсичными веществами (приложение 2).

В группу анализов, характеризующих природный состав и физико-химические свойства отдельных компонентов геологической среды входят: наряду с тяжелыми металлами (ГОСТ 17.4.1.02-83) следующие показатели: грансостав по 4 фракциям (<0,05 мм – песчаная фракция; 0,05 – 0,01 мм – крупная пыль; 0,01 – 0,001 мм – мелкая и средняя пыль; <0,001 мм – илистая фракция; определение удельной поверхности или расчет удельной поверхности; емкость поглощения; содержание органического вещества; кислотность; сумма поглощенных оснований; валовых и подвижных концентраций азота, фосфора, калия, фтора, кремнезема, алюминия, железа, состава поверхностных, грунтовых, подземных вод и другое.

В группу анализов, характеризующих степень загрязнения отдельных компонентов геологической среды, входят: определение содержаний естественных (уран, торий, калий) радиоактивных элементов, дочерних продуктов распада урана-238 и тория-232, тяжелых металлов различных классов опасности (ГОСТ 17.4.1.02-83) и

других веществ (серы, нефтепродуктов), а также редких и редкоземельных элементов.

Аналитические исследования содержаний микро- и макрокомпонентов выполняются по отраслевым методикам и ГОСТам. Выбор методик в качестве аналитических осуществляется в соответствии с уровнем развития аналитической базы и требованиями экологии к значениям нижних границ интервалов количественных определений. Предпочтение отдается методам, позволяющим анализировать комплекс элементов, по возможности с минимумом затрат на подготовку образцов.

Уран, торий, селен, свинец и стронций в твердой фазе анализируется рентгено-спектральным методом.

Определение радиоактивных (уран, торий), редких (рубидий, цезий, стронций, гафний и тантал) и редкоземельных (скандий, лантан, церий, самарий, европий, тербий, иттербий и лютеций) элементов в малых навесках и в твердой фазе определяется инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА).

Анализ практически всех компонентов в жидкой фазе и растениях выполняется атомно-абсорбционным и потенциометрическими методами.

Атомно-эмиссионным методом с индуктивно связанной плазмой (АЭ ИСП) определяется широкий спектр элементов: бор, литий, никель, хром, медь, ваналий, марганец, цинк, бериллий, ниобий, барий, цирконий и сурьма в твердой и жидкой фазе.

Атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией (АА ЭТА) проводят определение компонентов (свинец, кадмий, кобальт, таллий, мышьяк и селен) в жидкой и твердой фазе.

Проверка качества лабораторных исследований проводится по результатам внутрилабораторного и внешнего контроля. Отобранные в поле при контрольном опробовании (3-5% от общего количества) пробы чаще анализируются в основной лаборатории.

Научным советом по аналитическим методам (НСАМ) подготовлен перечень существующих ГОСТов, ОСТов, отраслевых методик и методик предприятия, пригодных для определения вредных компонентов при геологических и геоэкологических исследованиях (приложение 2).

Основная терминология на английском языке

Абсорбция - Absorption
Адсорбция - Adsorption
Качество окружающей среды - Quality of the environment
Контроль за окружающей средой - Environmental control
Чувствительность - Sensitiveness
Элемент радиоактивный - Radioactive element, radioelement
Эмиссия - Emission
Явление - Phenomenon, effect, event

Глава 6. Особенности организации мониторинга при различных видах хозяйственного освоения территорий

6.1. Мониторинг в районах развития горнодобывающей промышленности

Мониторинг в районах развития горнодобывающей промышленности рассматривается согласно нормативного документа «Требования к мониторингу месторождений твердых полезных ископаемых» (Требования …, 2000), разработанного Боревским Б.В., Кашковским Г.Н., Новиковым В.П. и Язвиным Л.С. под редакцией Кочеткова М.В. В документе изложены принципы организации и ведения мониторинга месторождений твердых полезных ископаемых, определены его цели и задачи, сформулированы требования к составу информации. Настоящие требования разработаны с учетом требований Закона Российской Федерации «О недрах» (в ред. Федеральных законов от 03.03.1995 № 27-ФЗ», от 10.02.1999 № 32-ФЗ, от 02.01.2000 № 20-ФЗ), Закона Российской Федерации «Об охране окружающий природной среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ, Постановления Совета Министров Правительства Российской Федерации от 24.11.93 г. № 1229 «О создании единой государственной системы экологического мониторинга», Концепции и Положения о Государственном мониторинге геологической среды России, утвержденных приказом Роскомнедра № 117 от 11.07.94 г. и других правовых и нормативных документов.

6.1.1. Общая характеристика

Мониторинг месторождений твердых полезных ископаемых (ММТПИ) является подсистемой мониторинга состояния недр (геологической среды) и представляет собой объектный уровень мониторинга (Требования …, 2000). Разработка месторождений твердых полезных может осуществляться только на основании лицензии на пользование недрами. В условиях лицензии, по согласованию с органами Госгортехнадзора России, должны быть установлены основные требования к мониторингу месторождения, выполнение которых является обязательным для владельцев лицензии. Проведение мониторинга, как объектного уровня мониторинга геологической среды, в соответствии с условиями лицензии на пользование недрами является обязанностью субъектов предпринимательской деятельности - владельцев лицензии на

пользование недрами для геологического изучения недр и добычи полезных ископаемых.

Целью ведения мониторинга является информационное обеспечение органов управления государственным фондом недр и недропользователей при геологическом изучении и разработке месторождений полезных ископаемых.

Для реализации указанной цели в системе мониторинга осуществляется решение следующих основных задач:

- оценка текущего состояния геологической среды на месторождении, включая зону существенного влияния его эксплуатации, а также связанных с ним других компонентов окружающей природной среды, и соответствия этого состояния требованиям нормативов, стандартов и условий лицензий на пользование недрами для геологического изучения недр и добычи полезного ископаемого;

- составление текущих, оперативных и долгосрочных прогнозов изменения состояния геологической среды на месторождении и в зоне существенного влияния его отработки;

- экономическая оценка ущерба с определением затрат на предупреждение отрицательного воздействия разработки месторождения на окружающую природную среду (осуществление природоохранных мероприятий и компенсационных выплат);

- разработка мероприятий по рационализации способов добычи полезного ископаемого, предотвращению аварийных ситуаций и ослаблению негативных последствий эксплуатационных работ на массивы горных пород, подземные воды, связанные с ними физические поля, геологические процессы и другие компоненты окружающей природной среды;

- предоставление органам Госгортехнадзора России и другим государственным органам власти информации о состоянии геологической среды на месторождении полезного ископаемого и в зоне существенного влияния его отработки, а также взаимосвязанных с ней компонентов окружающей природной среды;

- предоставление территориальным органам управления государственным фондом недр данных мониторинга для включения в систему государственного мониторинга состояния недр;

- контроль и оценка эффективности мероприятий по рациональному способу добычи полезного ископаемого, обеспечивающему, при прочих равных условиях, полноту его выемки и сокращение нерациональных потерь.

Разрабатываемое месторождение полезного ископаемого и другие связанные с его разработкой объекты хозяйственной деятельности представляют собой сложную природно-техногенную систему, содержащую, как правило, ряд источников антропогенного воздействия на окружающую (в т.ч. – геологическую) среду. Это воздействие является объектом нескольких видов мониторинга. Мониторинг геологической среды, может включать в себя мониторинг поверхностных водных объектов, атмосферы, почв, растительности (Мироненко и др., 1988; Грязнов и др., 1995).

6.1.2. Виды и источники антропогенного воздействия

При постановке и ведении мониторинга состояния недр, необходимо различать виды и источники антропогенного воздействия, связанные непосредственно со вскрытием и разработкой месторождения (добычей полезного ископаемого), и источники антропогенного воздействия, связанные с сопутствующей добыче инфраструктурой горнодобывающего предприятия, в т.ч. с хранением, транспортировкой и переработкой добытого полезного ископаемого и рудовмещающих горных пород, а также сбросом и утилизацией подземных вод, извлекаемых при осушении месторождения.

К источникам антропогенного воздействия, связанным с добычей полезного ископаемого, т.е. непосредственно с недропользованием, относятся:

а) открытые (карьеры, разрезы, разрезные траншеи) (рис. 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3) и подземные горные выработки (шахты, штольни и др.), выработанные полости, а также технологические скважины при разработке месторождений твердых полезных ископаемых методом подземного выщелачивания;

б) сооружения шахтного или карьерного водоотлива (системы водопонизительных и дренажных скважин, подземных горных выработок) (рис. 6.1.4);

в) сооружения по закачке в недра извлеченных при добыче полезных ископаемых подземных вод; системы захоронения шахтных вод;

г) фильтрационные завесы, связанные с закачкой в недра специальных растворов;

д) газо-аэрозольные и пылевые выбросы;

е) сооружения по инженерной защите горных выработок от негативного воздействия опасных геологических процессов;

ж) автономные водозаборы подземных вод, расположенные на площади месторождения и используемые для добычи подземных вод с целью хозяйственно-питьевого или технического водоснабжения.

Указанные виды источников антропогенного воздействия оказывают влияние в первую очередь на состояние недр (геологическую среду), но могут приводить также к изменению других компонентов окружающей природной среды (поверхностных вод, атмосферы, состояния растительности, состояния поверхности земли).

К источникам антропогенного воздействия на окружающую (в том числе – геологическую) среду, не связанным непосредственно с процессом добычи твердых полезных ископаемых, относятся:

а) отвалы горных пород, гидроотвалы, склады полезных ископаемых, шламо- и хвостохранилища горнообогатительных комбинатов и фабрик, пруды-отстойники, накопители сточных вод (рис. 6.1.5, 6.1.6, 6.1.7, 6.1.8, 6.1.9);

б) каналы и трубопроводы отвода рек и ручьев, технических вод и стоков;

в) сбросы дренажных и сточных вод в поверхностные водотоки и водоемы;

г) технологические и бытовые коммуникации;

д) участки рекультивации земель:

е) опасные инженерно-геологические процессы, сформировавшиеся под воздействием антропогенной деятельности (рис. 6.1.10);

ж) сооружения по инженерной защите объектов инфраструктуры от негативного воздействия опасных геологических процессов.

Эти источники антропогенного воздействия оказывают влияние как на геологическую среду, благодаря, главным образом, утечкам из водонесущих коммуникаций, а также из гидроотвалов, шламо- и хвостохранилищ, с площадок промышленных предприятий, так и на другие компоненты окружающий природной среды (Экология …, 1991; Перельман и др., 1994).

6.1.3. Функции и территории ведения мониторинга

С учетом вышеизложенного, мониторинг включает следующие функции:

- регулярные наблюдения за элементами геологической среды, горными выработками и другими сооружениями, а также за отдельными компонентами окружающей природной среды в границах зоны воздействия на экосистемы как собственно отработки запасов полезного

ископаемого, так и другой хозяйственной деятельности горнодобывающего предприятия; регистрацию наблюдаемых показателей и обработку полученной информации;

- создание и ведение информационных фактографических и картографических баз данных, включающих в себя весь набор ретроспективной и текущей геологической и технологической информации (а при необходимости и постоянно действующую модель месторождения), позволяющей осуществлять:

- оценку пространственно-временных изменений состояния геологической среды и связанных с ней компонентов окружающей природной среды на основе полученных в процессе мониторинга данных;

- учет движения запасов полезных ископаемых и потерь при их добыче и переработке;

- учет извлеченных (перемещенных) горных пород;

- прогнозирование изменения состояния объектов горных работ и связанных с ними компонентов окружающей среды под влиянием добычи полезного ископаемого, дренажных мероприятий и других антропогенных факторов;

- предупреждения о вероятных негативных изменениях состояния геологической среды и необходимой корректировке технологии добычи запасов полезных ископаемых;

- разработку рекомендаций по ликвидации последствий аварийных ситуаций, связанных с изменениями состояния геологической среды.

Мониторинг проводится на площади как собственно месторождения полезного ископаемого и техногенных объектов горного производства, так и в зоне существенного влияния недропользования на состояние недр и другие компоненты окружающей природной среды, изменения которых связаны с изменением геологической среды под влиянием вскрытия и разработки месторождения полезного ископаемого и иной хозяйственной деятельности горнодобывающего предприятия.

Мониторинг должен охватывать как непосредственно площадь ведения горных работ, так и зону существенного влияния разработки месторождения и сопутствующих ей процессов на состояние недр и других компонентов окружающей природной среды. Поэтому на площади проведения мониторинга предлагается выделять 3 зоны:

Зона I – зона непосредственного ведения горных работ и размещения других технологических объектов, влияющих на изменение состояния недр в пределах границ горного отвода;

Зона II – зона существенного влияния разработки месторождения на различные компоненты геологической среды;

Зона III – периферийная зона, примыкающая к зоне существенного влияния разработки месторождения (зона фонового мониторинга).

Границы площади ведения горных работ (зона I) определяются природными геологическими и технико-экономическими факторами. Во всех случаях верхней границей месторождения принимается поверхность земли, а нижней – подошва балансовых запасов полезного ископаемого. Обычно границы зоны I – это границы зоны горного отвода. Размеры зоны существенного влияния разработки месторождения твердых полезных ископаемых (зона II) устанавливаются по распространению участков (площадей) активизации опасных геологических процессов под влиянием добычи полезного ископаемого и существенного нарушения гидродинамического режима и структуры потоков подземных вод в пределах депрессионной воронки. По имеющимся представлениям за зону существенного техногенного влияния инженерно-геологического характера следует принимать площадь на порядок больше площади, на которой осуществляется производственная деятельность при разработке месторождения. Наибольшие размеры территорий, подверженных влиянию разработки месторождения, связаны с развитием депрессионных воронок подземных вод при проведении водопонизительных и дренажных мероприятий. Они определяются гидрогеологическими условиями и особенностями системы отбора подземных вод, а также наличием или отсутствием системы обратной закачки дренажных вод. Депрессионная воронка расширяется во времени и может достичь весьма существенных размеров, особенно в напорных пластах, имеющих широкое площадное распространение. В то же время радиусы зоны существенного влияния, где понижение уровня составляет около 10-20% от понижения в центре депрессии, обычно не превышают 10-20 км в напорных пластах и первых километров в безнапорных. Этими цифрами следует руководствоваться при определении размеров зоны существенного влияния разработки. При разработке небольших месторождений с неглубоко залегающими полезными ископаемыми, в замкнутых гидрогеологических структурах, а также при отработке месторождений выше уровня подземных вод зона существенного воздействия может быть ограничена горным и земельным отводом.

Границы III зоны и ее площадь принимаются таким образом, чтобы в процессе мониторинга можно было проследить фоновые изме-

нения состояния геологической среды, сравнить их с ее изменениями в зоне II и выделить те из них, которые связаны с разработкой месторождения и те, которые определяются другими факторами. Поэтому площадь зоны III должна охватывать участки с геолого-гидрогеологическими условиями и ландшафтами, развитыми в зоне II. В тех случаях, когда при разработке месторождения, сопровождаемой водоотливом, происходит гидродинамическое взаимовлияние рассматриваемого месторождения на другие месторождениями твердых полезных ископаемых и эксплуатируемые месторождения подземных вод, формируется общая зона влияния группы месторождений и водозаборов. В этих случаях границы зоны существенного влияния каждого месторождения принимаются в радиусе 10-15 км от участка горных работ и (или) водоотбора, а на остальной площади влияния всей группы месторождений осуществляется мониторинг уровня подземных вод.

Одной из важнейших задач мониторинга является оценка изменений состояния геологической среды под влиянием изменений гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических условий, связанных со вскрытием и разработкой месторождения, а также с проведением сопутствующей им иной хозяйственной деятельности.

Изменения гидрогеологических условий при вскрытии и разработке месторождений происходят в следующих основных направлениях:

а) Изменения структуры потока подземных вод, условий их питания и разгрузки вследствие их отбора водопонизительными и дренажными системами и снижения уровня подземных вод под влиянием водоотбора.

Изменение условий питания и разгрузки подземных вод вызывает изменение соотношения приходных и расходных элементов баланса, что находит отражение в режиме подземных вод, в т.ч. положение их уровенных поверхностей. В процессе вскрытия и разработки месторождения происходит:

- снижение уровней (напоров) подземных вод, которое может отмечаться как в эксплуатируемых пластах, так и, при определенных системах отработки, и в смежных водоносных горизонтах;
- сокращение или полное прекращение разгрузки подземных вод в реки и путем испарения с уровня грунтовых вод;
- снижение расхода или полное исчезновение родников;
- снижение расходов действующих водозаборов;
- уменьшение эксплуатационных запасов подземных вод.

б) Изменение качества подземных вод.

Изменение качества подземных вод связано с подтягиванием к водопонизительным и дренажным системам высокоминерализованных или некондиционных вод из глубоких водоносных горизонтов, загрязнением подземных вод в процессе ведения горных работ, поступлением в водоносные горизонты загрязненных поверхностных вод и загрязняющих веществ из антропогенных источников загрязнения на поверхности. При взаимодействии подземных вод с породами в зоне горных выработок (формирование кислых вод с повышенным содержанием токсичных компонентов) происходит формирование особого химического состава шахтных (дренажных) вод.

Изменение инженерно-геологических и геотектонических условий, в т.ч. протекание опасных геологических процессов, происходит в следующих основных направлениях:

а) Развитие деформаций в массиве горных пород и на земной поверхности вследствие изменения напряженного состояния, трещиноватости и физико-механических свойств пород, а также в результате сдвижения пород над отработанным пространством и образования мульд оседания.

б) Деформация массивов горных пород и грунтов в прибортовых и прибровочных частях карьеров, склонах терриконов и откосах отвалов, активизация природных и возникновение техногенных экзогенных геологических процессов на прилегающих территориях в связи с нарушением статического положения горных пород.

в) Оседание земной поверхности в результате уплотнения пород при их вторичной консолидации в процессе водопонижения и осушения.

г) Возникновение или активизация карстово-суффозионных процессов в связи с увеличением градиента фильтрации потока, интенсификацией растворения карбонатных пород и выноса рыхлого заполнителя открытых полостей.

д) выпор (деформация) почвы или днища горных выработок в результате разгрузки напряжений при сработке массива вышележащих горных пород и в результате набухания при увлажнении.

е) Активизация эндогенных процессов (техногенные землетрясения, горные удары).

Вскрытие и разработка месторождений твердых полезных ископаемых, а также сопутствующая им другая хозяйственная деятельность, кроме изменений гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических условий может приводить также к изменениям других компонентов природной окружающей среды, вызванных указанными изменениями геологической среды. Основные

возможные изменения других компонентов окружающей природной среды сводятся к следующему:

а) Уменьшение или даже периодическое прекращение стока рек на отдельных участках за счет сокращения естественной разгрузки подземных вод в реки и привлечения речных вод в горные выработки.

б) Увеличение стока рек на других участках в связи со сбросом шахтных и карьерных вод.

в) Изменения природных ландшафтов, связанные с изменением уровня грунтовых вод в первом от поверхности водоносном горизонте, оседанием поверхности земли, изменением гидрографической сети. Указанные процессы могут привести к угнетению или гибели растительности, переосушению сельскохозяйственных земель, осушению болот или, наоборот, к заболачиванию территории.

г) Загрязнение атмосферного воздуха, почв и грунтов химическими и минеральными веществами при пылевых и газовых выбросах, а также влияние этого загрязнения на животный и растительный мир.

д) Загрязнение поверхностных вод в результате сброса шахтных или карьерных вод, сточных вод сопутствующих производств, фильтрации через плотины хвосто- и шламохранилищ, разгрузки в реки загрязненных подземных вод и т.д.

В связи с различным характером проявления процессов изменения состояния геологической среды на разрабатываемых месторождениях твердых полезных ископаемых, и связанных с ними процессов изменения других компонентов окружающей природной среды, структура и содержание мониторинга на каждом конкретном объекте в значительной степени будет определяться сложностью геолого-гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических условий месторождения и условий его освоения (системой отработки месторождений и системой защиты горных выработок от подземных вод).

6.1.4. Структура и содержание мониторинга

Основными факторами, определяющими структуру и содержание мониторинга месторождений, являются:

- характер залегания горных пород, степень изменчивости их состава и свойств, особенности тектонического строения, наличие трещиноватости и закарстованности;
- наличие в пределах площади разработки месторождений полезных ископаемых потенциально неустойчивых, легко

деформируемых массивов горных пород, предрасположенных к развитию экзогенных геологических процессов;

- характер залегания и условия распространения водоносных горизонтов, изменчивость мощностей и фильтрационных свойств водовмещающих пород, величина водопритока в горные выработки;
- глубина и характер залегания полезного ископаемого;
- сложность гидрохимической обстановки, наличие высокоминерализованных и газированных подземных вод, участвующих в обводнении месторождения;
- наличие или отсутствие постоянно действующего источника поступления воды в горные выработки (река, обводненный высокопроницаемый водоносный перекрывающий разрабатываемое полезное ископаемое горизонт);
- наличие и характер залегания многолетнемерзлых пород;
- характер изменчивости физико-механических и водно-физических свойств горных пород, определяющих устойчивость бортов карьеров и подземных горных выработок, активизацию или возникновение экзогенных геологических процессов;
- технологическая схема вскрытия, система и технология отработки месторождения, скорость ведения горных работ и их развития по площади и глубине;
- характер и интенсивность влияния отработки месторождения на ландшафтные условия, поверхностные воды и другие компоненты окружающей природной среды;
- необходимость (или ее отсутствие) применения специальных методов проходки горных выработок и специальных схем борьбы с подземными водами (фильтрационные завесы, системы закачки добычных вод и др.);
- наличие водозаборов подземных вод в пределах площади влияния осушения месторождения твердых полезных ископаемых;
- наличие сооружений по хранению, переработке и транспортировке полезных ископаемых и отходов горнодобывающего производства;
- необходимость проведения специальных мероприятий по инженерной защите от опасных геологических процессов.

Система мониторинга в общем случае включает в себя две взаимосвязанные подсистемы:

а) подсистему проведения и документации наблюдений и сбора информации;

б) подсистему обработки информации и прогнозирования.

Основным источником информации о состоянии геологической среды и других компонентов природной среды являются наблюдательные сети, состоящие из пунктов наблюдений, в качестве которых могут использоваться капитальные и эксплуатационные горные выработки, водозаборные скважины, специальные сооружения для наблюдения за подземными водами, горными породами, геологическими процессами, поверхностными водами, ландшафтами и т.д. (наблюдательные скважины, родники, репера, гидрометрические створы, специальные наблюдательные площадки и др.). При значительной площади зоны существенного влияния при разработке месторождений твердых полезных ископаемых или при мониторинге группы месторождений в качестве дополнительного источника информации о состоянии геологической среды и других компонентов природной среды могут привлекаться материалы, полученные с использованием средств дистанционного зондирования.

6.1.5. Наблюдательные пункты и сети мониторинга

Количество и схема расположения наблюдательных пунктов, частота и методика наблюдений определяются многими геолого-технологическими и природными факторами и должны устанавливаться индивидуально в каждом конкретном случае. В то же время, могут быть сформулированы некоторые общие принципы, к основным из которых относятся:

а) Формирование наблюдательных сетей должно начинаться в процессе геологоразведочных работ. На разрабатываемых месторождениях сети должны расширяться и трансформироваться в соответствии с развитием горных работ и увеличением водоотбора. Дальнейшее преобразование сетей должно быть связано с обеспечением наблюдений при переходе с открытых на подземные горные работы, а также после консервации или ликвидации горных работ.

б) Наблюдательная сеть должна формироваться с учетом особенностей горно-геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических, геокриологических условий мониторинга, принятой системы его вскрытия и разработки, системы размещения сооружений по хранению переработке и транспортировке полезных ископаемых и отходов горнодобывающего производства и обеспечивать получение информации для прогнозирования и принятия управленческих решений. В необходимых случаях получаемая информация должна обеспечить разработку геофильтрационных, геомиграционных и геомеханических мо-

делей. При этом, в частности, целесообразно учитывать следующие рекомендации:

- при многослойном строении водовмещающей среды следует создавать ярусные узлы наблюдательных пунктов, оборудованные на различные водоносные горизонты или на различные интервалы залегания мощного водоносного горизонта, а в отдельных случаях – и на слабопроницаемые разделяющие отложения;

- при наличии на площади месторождения и в зоне существенного влияния его разработки водозаборов подземных вод, систем обратной закачки, наблюдательные скважины должны размещаться на всей площади гидродинамического возмущения, при этом часть наблюдательных пунктов должна находиться между системами отбора и закачки воды;

- при приуроченности месторождений к ограниченным (замкнутым) в гидродинамическом отношении пластам наблюдательные скважины следует располагать по обе стороны от границы пласта;

- пункты наблюдений в горных выработках (инженерно-геологические площадки, репера, скважины, датчики) должны располагаться в местах выявленной и потенциально возможной деформации выработок; проявления горных ударов, вызванных выбросов пород и повышенных напряжений; развития трещиноватости, протаивания многолетнемерзлых пород;

- при наличии на изучаемой территории шламо- и хвостохранилищ, прудов отстойников, накопителей сточных вод, и других сооружений, функционирование которых может приводить к изменению баланса и качества подземных вод, наблюдательные пункты, главным образом на первый от поверхности водоносный горизонт, должны оборудоваться в зоне активного воздействия этих объектов на окружающую среду.

в) Пункты наблюдений за гидрогеологическими, инженерно-геологическими и геокриологическими показателями и наблюдения на этих пунктах должны быть взаимоувязаны. Кроме того, при размещении наблюдательных скважин для изучения водоносных горизонтов нужно учитывать возможность и целесообразность сопряжения этих пунктов с наблюдательными пунктами, оборудованными на поверхностные водные объекты, растительность и т.д.

г) Все наблюдательные пункты должны быть защищены от несанкционированного доступа и иметь инструментальную привязку в плановом и высотном отношении. Марки, от которых проводятся замеры уровней воды, должны иметь инструментальную высотную привязку, отметка которой должна периодически проверяться.

Все проводимые в системе мониторинга месторождений твердых полезных ископаемых наблюдения за качественными и количественными показателями состояния геологической и других компонентов окружающей природной среды можно разделить на две группы: стандартные (обязательные), осуществляемые на всех или большинстве месторождений, и специальные (дополнительные) - проводимые на отдельных месторождениях и требующие специального, в ряде случаев, нестандартного, оборудования и организации специальных наблюдений.

К стандартным наблюдаемым показателям относятся:

- данные по приросту запасов полезных ископаемых;
- количество и качество извлекаемых из недр полезных ископаемых;
- объем извлекаемых из недр горных пород;
- ход развития горных работ и состояния горных выработок;
- величина отбора шахтных и дренажных вод из внешних и внутренних водоприемных систем;
- величина сброса откачиваемых и сточных вод в различные элементы системы водоотведения, в т.ч. объем (расход) закачиваемых вод в системах обратной закачки;
- утечки из прудов-отстойников, накопителей сточных вод и других аналогичных сооружений;
- уровни подземных вод всех водоносных горизонтов, участвующих в обводнении горных выработок и испытывающих воздействие хозяйственной деятельности;
- физические свойства, химический состав и температура подземных и шахтных вод;
- физические свойства, химический состав и температура всех видов сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты, а также качество поверхностных вод выше и ниже точек сброса.

К наблюдаемым специальным показателям могут относиться:

- расходы родников;
- уровни подземных вод в горизонтах смежных с участвующими в обводнении горных выработок и в первом от поверхности горизонте грунтовых вод (в случаях, когда он не участвует непосредственно в обводнении горных выработок);
- расходы и уровни поверхностных вод; пересыхание и перемерзание, наледный сток;
- состояние горных выработок и их крепление;

- состояние устьев, фильтров и обсадных труб водозаборных и наблюдательных скважин, состояние насосного оборудования;
- физико-механические свойства и трещиноватость пород;
- количество и величина карстовых воронок, изменение их размеров;
- планово-вертикальные деформации дневной поверхности для оценки оседания подрабатываемых территорий;
- данные геодезических и маркшейдерских наблюдений за деформациями склонов и бортов карьеров для оценки развития оползне-обвальных процессов;
- изменение состояния болот, видового состава и габитуса растительности;
- загрязнение атмосферного воздуха;
- техногенные землетрясения и горные удары;
- температура многолетнемерзлых пород, а также их физико-механические и теплофизические свойства.

В конкретных условиях перечень наблюдаемых специальных показателей может уточняться.

В тех случаях, когда на месторождении организован автоматизированный сбор всей или части получаемой при мониторинге информации и ведется компьютерная база данных, может быть предусмотрен непосредственный ввод данных из памяти измерительных приборов в компьютер.

Обязательным элементом подсистемы обработки информации и прогнозирования является база данных, содержащая данные как по постоянным (условно-постоянным), так и по переменным (наблюдаемым) показателям. База данных может вестись как в автоматизированном, так и в ручном режиме, в зависимости от количества наблюдаемых пунктов и количества получаемой информации. Она используется для информационного обслуживания недропользователей и органов управления государственным фондом недр. Для месторождений, находящихся в сложных горно-геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условиях может быть создана специальная автоматизированная информационно-прогностическая система (АИПС), включающая в себя автоматизированный банк (базу) данных и постоянно действующую математическую модель месторождения.

Обработка данных мониторинга заключается в подготовке материалов для анализа наблюдений за изучаемыми показателями состояния недр и других компонентов окружающей природной среды. Она заклю-

чается в построении необходимых карт и разрезов, графиков и таблиц, статистической обработке данных наблюдений, включая использование статистических методов анализа временных рядов, а также корреляционный анализ.

Прогнозирование состояния недр и других компонентов окружающей природной среды может выполняться различными методами – гидродинамическими, включающими математическое моделирование на ЭВМ; гидравлическими, вероятностно-статистическими, формально-логическими, методами аналогии, методами экспертных оценок. Выбор метода определяется сложностью горнотехнических, гидрогеоэкологических условий, задачами прогнозирования, изученностью месторождения и физических механизмов протекающих процессов, удельным весом режимообразующих факторов.

Осуществляемое в системе мониторинга месторождения прогнозирование можно подразделить на три вида: текущее, оперативное и долгосрочное. Текущее прогнозирование проводится на весьма короткий последующий период эксплуатации (до нескольких месяцев) в связи с развитием хода горных работ и изменениями их технологии, а также изменениями водохозяйственной и климатической обстановки.

Оперативное прогнозирование проводится систематически по результатам ежегодной эксплуатации на кратковременный (1-3 года) период.

Долгосрочное прогнозирование осуществляется при выявленных неблагоприятных тенденциях изменения состояния геологической среды и других компонентов окружающей среды, а также в связи с долгосрочными планами развития горных работ.

В зависимости от сложности горно-геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий, принятой системы вскрытия и разработки месторождения, состава наблюдаемых показателей содержание и структура мониторинга могут существенно изменяться. В этом плане может быть выделено несколько классов мониторинга.

6.1.6. Классы, программы и проекты мониторинга

Мониторинг класса I осуществляется на месторождениях твердых полезных ископаемых, характеризующимися простыми гидрогеологическими, инженерно-геологическими, геокриологическими, горно-геологическими и другими условиями разработки. Отработка полезных

ископаемых на таких месторождениях не оказывает существенного влияния на окружающую среду.

Все вопросы, связанные с прогнозом условий отработки этих месторождений, могут быть надежно решены в процессе их разведки. На месторождении достаточно вести стандартные наблюдения, связанные с платежами за добычу основного и попутных полезных ископаемых и с компенсационными выплатами за ущерб окружающей среде.

Система обработки, как правило, включает в себя базу данных, реализуемую на персональном компьютере, которая используется для оценки состояния месторождения и прогнозирования ее изменения.

Мониторинг класса II осуществляется на месторождениях, разработка которых в отличие от месторождений, где проводится мониторинг класса I, может оказать существенное влияние на компоненты окружающей среды (массивы горных пород, поверхностные водные объекты, действующие водозаборы подземных вод, ландшафтные условия, активизацию экзогенных процессов и другие). В составе мониторинга класса II кроме стандартных наблюдаемых объектов могут входить специальные наблюдаемые объекты (массивы горных пород, поверхностные водные объекты, ландшафтные условия, экзогенные геологические процессы, земная поверхность и другие). Состав стандартных наблюдений аналогичен мониторингу класса I. Система обработки данных также в основном аналогична системе класса I. В сложных случаях могут создаваться АИПС.

Мониторинг класса III осуществляется на месторождениях, где сочетание осложняющих факторов несет угрозу крупных аварий (затопление, взрывы и пр.) на горнодобывающем предприятии или ведет к тяжелым экологическим последствиям на прилегающей к нему территории.

Создание мониторинга сложных месторождений (II и III класса) целесообразно осуществлять поэтапно на базе специально разработанных программ.

Этап 1. Разработка программы создания и ведения мониторинга. Программа создания и ведения мониторинга месторождения разрабатывается в соответствии с требованиями к мониторингу, установленными в лицензии, и должна содержать следующие разделы:

- цель и конкретные задачи мониторинга;
- обоснование класса мониторинга;
- выделение основных и дополнительных объектов наблюдений и состава наблюдаемых показателей;

- установление состава и размещения пунктов наблюдаемой сети;

- обоснование конструкций наблюдательных пунктов и их оборудования специальными средствами измерений и регистрации различных показателей характеристики состояния массива горных пород, отдельных его блоков, подземных вод и связанных с ними геофизических полей и экзогенных геологических процессов;

- методика проведения наблюдений;

- система документации данных наблюдений;

- целесообразность создания автоматизированной системы регистрации сбора и обработки информации;

- структура и состав базы данных, номенклатура вычислительной техники и других технических средств, состав программного обеспечения, необходимых для их ведения;

- обработка данных и прогнозирование;

- состав, форма и сроки передачи данных в орган управления фондом недр;

- автоматизация системы ведения мониторинга;

- этапность создания мониторинга;

- укрупненные сметно-финансовые показатели.

Этап 2. Составление проекта работ по созданию и ведению мониторинга.

В отличие от программы, проект работ по созданию и ведению мониторинга месторождения составляется на определенный срок (от 1 года до 3-5 лет).

В общем случае рекомендуется следующий состав проекта:

1) Характеристика общих природных условий, анализ изученности и условий отработки месторождения.

2) Структура мониторинга месторождения (цели и задачи, обоснование класса мониторинга и выбор объектов наблюдений, принцип размещения и оборудования наблюдательных пунктов, структура и состав базы данных и система их отработки).

3) Обоснование схемы размещения и оборудования наблюдательной сети, методики и технологии наблюдений (по каждому объекту наблюдений).

4) Обоснование состава базы данных и программного обеспечения для ее ведения.

5) Система отработки данных и решения прогнозных задач (в необходимых случаях - обоснование АИПС и ПДМ).

6) Состав информации, передаваемой в органы управления государственным фондом недр.

7) Этапы организации мониторинга и сроки их выполнения.

8) Стоимость работ по созданию и ведению мониторинга.

Этап 3. Создание сети пунктов наблюдений, их оборудование измерительными устройствами, проведение наблюдений, организация базы данных, разработка (при необходимости) АИПС.

Этап 4. Проведение наблюдений, ведение банка данных, оценка состояния геологической среды месторождения и примыкающей к нему территории и прогнозирования его изменений, при необходимости корректировка структуры наблюдательной сети и состава наблюдаемых показателей.

6.2. Мониторинг в районах развития нефтегазодобывающей промышленности

6.2.1. Общая характеристика

В районах освоения нефтегазовых месторождений наблюдаются значительные процессы воздействия на объекты окружающей среды связанные с обустройством нефтепромыслов (Панов и др., 1986; Белов и др., 1991; Гриценко и др., 1997). В ходе строительства и бурения скважин, а также нефтедобычи образуются различные по химическому составу жидкие стоки, твердые отходы, а также выбросы в атмосферу. Загрязняя почвы, поверхностные и грунтовые воды, атмосферу, они ухудшают их санитарно-гигиеническое состояние и снижают биологическую продуктивность (Панов и др., 1986; Кесельман и др., 1981; Булатов и др., 1997).

Основные технологические процессы, вызывающие загрязнение окружающей среды в период эксплуатации месторождения (Березин, 2000):

- строительство скважин (в случае расширения месторождения);
- сбор, первичная подготовка и транспорт нефти и воды;
- транспорт нефти по магистральным нефтепроводам;
- производственная и социальная инфраструктура – впомагательные и обслуживающие производства (котельная, подстанции, автотранспорт и т.п.)

При строительстве скважин можно выделить следующие виды загрязнений:

- эксплуатационные (очистка сеток вибросит, мытью пола и оборудования, отработанная вода системы охлаждения);

- технические (обмыв поднимаемых труб, дополнительное загрязнение бурового раствора после цементирования, явление сифона);
- аварийные (нефтегазопроявления, нарушения заколонного пространства, неисправности запорной арматуры);
- технологические (утечки при приготовлении буровых растворов и химических реагентов, потери при отделении выбуренного шлама на механизмах грубой (вибросито, ситоконвейер), средней (гидроциклоны) и тонкой (центрифуги) очистки, при нарушении целостности желобной системы);
- природные (загрязнения в результате ливней и таяния снегов).

Основными загрязнителями окружающей среды при строительстве скважин являются:
- буровые сточные воды (БСВ);
- отработанные буровые растворы (ОБР);
- тампонажные растворы, буровой шлам (БШ);
- легкие углеводороды, испаряющиеся с поверхности земляных амбаров;
- продукты испытания скважин (нефть, газ, минерализованные воды) и др.

Отходы бурения содержат широкий спектр загрязнителей (таблица 6.2.1.)

Таблица 6.2.1

Характеристика основных видов загрязняющих веществ

Технологический процесс	Основные загрязняющие вещества
Строительство и испытание скважин	Промывочные жидкости на водяной основе, химреагенты для воздействия на пласт и для изменения свойств буровых растворов, цементы, прямые и обращенные эмульсии, буровые сточные воды, отработанный буровой раствор, минеральные воды и др.

Буровые сточные воды (БСВ) – один из наиболее значительных по объему видов загрязнителей, поскольку при проходке скважин, как правило, используется большое количество воды. В соответствии с РД-39-133-94 удельный объем образования БСВ на месторождении оринтировочно может составлять 330,6 м³ на одну добывающую скважину

(средняя глубина скважин по стволу 2645 м) и 395,8 м³ на одну водозаборную скважину (средняя глубина скважин по стволу 1855 м). БСВ, вследствие высокой подвижности и аккумулирующей способности, являются самыми опасными отходами при строительстве скважин. В настоящее время в Западно-Сибирском нефтяном регионе отсутствует отработанная технология очистки жидких отходов бурения до уровня ПДК. Утилизация жидких отходов осуществляется закачкой в систему ППД после отстоя в шламовых амбарах и соответствующей очистки на очистных сооружениях УПН.

Буровой шлам также является загрязнителем, он может содержать до 15% общей органики и до 37% утяжелителя. Удельный объем образования БШ составляет 198,4 м³/скв. (нефть) и 237,5 м³/скв. (водозаборные скважины минерализованной воды) (Групповой …, 1989).

При сооружении одной эксплуатационной скважины на месторождении в шламовый амбар может поступать в среднем 797,3 м³ отходов бурения (ОБР, БСВ, БШ). Средний объем шламового амбара на месторождении может составлять 877 м³ в расчете на 1 скважину. Из амбаров в случае их некачественного строительства, разрушения их обваловки талыми и дождевыми водами может происходить утечка отходов бурения и загрязнение почв, вод, растительности и т.д.

Технология сбора, подготовки и трубопроводного транспорта нефти представляет собой сложную систему (табл. 6.2.2).

Таблица 6.2.2

Источники загрязнения при сборе, подготовке и транспортировке нефти

Технологический процесс	Причины загрязнения
Сбор продукции скважин	Утечки через неплотности арматуры Срабатывание предохранительных клапанов Порывы нефтепроводов и коллекторов Переливы нефти Испарение нефти и газа, газовая свеча Выброс газа на факел или в атмосферу без утилизации
Предварительное разделение продукции скважин	Утечка нефти при зачистке резервуаров Выброс газа на факел или в атмосферу без утилизации Испарение реагента и нефти
Подготовка нефти	Порыв теплообменника Выброс через предохранительный клапан, утечки и выбросы при горячей сепарации

Подготовка пластовых и сточных вод	Переливы, утечки, испарение нефти Срабатывание предохранительного клапана
Трубопроводы	Утечки из-за негерметичности систем Порывы линий

Из таблицы следует, что основными загрязнителями в этом технологическом процессе являются нефть, попутный газ, ингибиторы коррозии и минерализованные воды.

При транспорте нефти по магистральным нефтепроводам основными загрязнителями окружающей среды являются нефть и нефтепродукты (табл. 6.2.1).

В производственной и социальной инфраструктуре основными источниками загрязнения окружающей среды являются:

- Котельная: выбросы в атмосферу продуктов сгорания попутного газа (рис. 6.2.1);
- Транспортные средства (автомобили, вертолеты): выбросы в атмосферу отработанных газов;
- Вахтовый поселок: сброс хозяйственно-бытовых стоков (рис. 6.2.2), образование твердых бытовых отходов;
-Несанкционированные свалки металлолома (рис. 6.2.3).

Таблица 6.2.3

Источники отрицательного воздействия на окружающую среду при транспорте нефти по магистральным нефтепроводам

Тип сооружений	Тип воздействия
Резервуарный парк	Испарение легких фракций нефти Зачистка Проливы и утечки Сброс подтоварных вод
Очистные сооружения и канализация	Утечки, переливы, сброс недоочищенных вод Испарения
Линейные сооружения (трассы нефтепроводов)	Утечки, выбросы при авариях
Насосная станция	Утечки и испарения нефти Разливы нефти Шум от насосных станций

Анализ основных загрязнителей компонентов ландшафта показывает, что все они обладают определенной токсичностью по отношению к живым организмам, влияют на здоровье человека, изменяют свойства почв, состав воды и т.д.

Выбросы в атмосферу на месторождении формируются за счет организованных источников (факел, котельная, печь ПТБ-10, печь БН 5,4) (рис. 6.2.4) и неорганизованных (технологические резервуары УПН, насосный блок УПН, замерные установки на кустовых площадках, трубопровод) (рис. 6.2.5). Источниками выбросами ЗВ являются также автомобильный транспорт.

По классу опасности выбрасываемые загрязняющие вещества подразделяются следующим образом:

1 класс опасности: бенз(а)пирен;

2 класс опасности: диоксид азота, бензол;

3 класс опасности: сажа, диоксид серы, толуол, ксилол;

4 класс опасности: оксид углерода, углеводороды (по гексану), углеводороды (по метану).

К твердым загрязняющим веществам относится сажа, остальные являются газообразными (табл. 6.2.4).

В процессе эксплуатации возможны мелкие утечки продуктов производства и выход паров и газов в атмосферу. На установках ДНС утечки происходят на бетонированную площадку с бордюром, затем они направляются в ту же емкость.

Таблица 6.2.4

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

Наименование загрязняющего вещества	ПДК м.р. мг/м³	ПДК с.с. мг/м³	ОБУВ мг/м³	Класс опасности	Выброс вещества, т/год
Сажа	0,150	0,05		3	34,6062
Углерода оксид	5,0	3		4	306,1193
Азота диоксид	0,085	0,04		2	20,2073
Серы диоксид	0,5	0,05		3	2
Бенз (а) пирен		10^{-4}		1	0,0000310882
Бензол	1,5	0,1		2	3,2821866
Толуол	0,6	0,6		3	2,0630862
Ксилол	0,2	0,2		3	1,0315872
СН (по гексану)	60			4	251,32202
СН (по метану)			50	4	887,74861

Утечка нефтепродуктов из нефтесборных сетей, а также на кустах скважин и КНС могут воздействовать на почву, поверхностные и грунтовые воды.

На месторождении могут образовываться твердые бытовые отходы (ТБО) в результате жизнедеятельности эксплуатационного персонала, а также нефтяной шлам в результате очистки резервуаров и оборудования УПН. Твердые бытовые отходы рассматриваются как отходы нетоксичные, а нефтяной шлам относится к токсичным отходам III класса опасности.

При строительстве скважин на месторождении для сбора и обезвреживания отходов бурения используются шламовые двухсекционные амбары. Обычно рекультивированные амбары зарастают сорной растительностью в течение 2-5 лет. В начале поселяются такие виды, как мятлик, одуванчик, подорожник, кипрей и другие сорные виды, на переувлажненных местах рогоз и другие влаголюбивые виды. Затем они сменяются древесными видами: осиной и березой. Шламовые амбары (ША), как объекты захоронения отходов бурения III-IV класса опасности, являются основными длительно действующим источником загрязнения почвогрунтов и подземных вод химреагетами и нефтепродуктами. По результатам исследований, проведенных сотрудниками геологического факультета МГУ в 1998 г. по комплексной оценке экологического риска эксплуатации нефтегазовых месторождений Западной Сибири (Комплексная …, 1998), отмечено следующее состояние грунтов рекультивированных ША:

- зона загрязнения почв ограничена 30-50 м в направлении потока грунтовых вод на глубину аэрации почв (3,2 м);

- степень загрязнения грунтов по потоку грунтовых вод соответствует низкому уровню, а в стороне от потока - слабому уровню типично поверхностного загрязнения;

- дренируемые грунты участков склонов водораздельных поверхностей и надпойменных террас загрязнены очень слабо на глубину, не превышающую 2 м;

- загрязнение торфяно-болотных почв и подстилающих их слабопроницаемых грунтов (суглинки, глины) по направлению потока болотных вод в 3-5 м от ША очень сильное и высокое.

Рекультивация ША путем его засыпки грунтом и песком создает в ближайшие годы благоприятные условия для начала почвообразовательных процессов и появления растительности сорно-разнотравного типа. Тем не менее, ША длительное время остается источником загрязнения почв в зоне аэрации и подземных вод, залегающих в поверхностных горизонтах разреза.

На территории месторождения функционируют комплексы производственных сооружений, разобщенных территориально, но технологически объединенных системами трубопроводов, линиями электропередач, транспортными связями. Среди них можно выделить кустовые площадки (рис. 6.2.6, 6.2.7), одиночные разведочные скважины, вахтовый поселок, промзона, в состав которой входят опорная база промысла, УПН, БКНС, факельное хозяйство, резервуарный парк, насосные, нагревательные печи, водозаборные сооружения (рис. 6.2.8), подстанция 35/6 кВ, вертолетная площадка, открытая стоянка техники, внутрипромысловые сети, нефтесборные сети, водоводы, ЛЭП, автодороги, объединенные в общий коридор коммуникаций, автодороги труднопроходимые, внешние сети, нефтепровод и другие.

Каждый из инженерных объектов является в той или иной мере источником техногенного загрязнения окружающей среды. Ведущими компонентами техногенных потоков являются нефть, газ, конденсат, пластовые минерализованные воды, сточные воды (бытовые и производственные), продукты сгорания газа. Любая технология не исключает возможность нарушения, и загрязнения компонентов природной среды, поэтому на месторождении реализован ряд мер по минимизации воздействий, пространственной локализации и восстановлению нарушенных территорий, в частности, принцип рационального использования тер-риториальных ресурсов через концентрированное размещение скважин в кустах и линейных сооружений в коридорах коммуникаций. Это позволяет сократить площадные размеры техногенного вторжения и сосредоточить проведение комплекса природоохранных мероприятий и регламентных работ на участках, поддающихся эффективному контролю.

Основной вклад в загрязнение атмосферы вносят загрязняющие вещества, содержащиеся в дымовых газах, образующихся в результате сжигания попутного газа на факельных установках. Равнинность территории, отсутствие застойных явлений в атмосфере способствует хорошему рассеиванию загрязняющих веществ.

При выделении ландшафтных систем на местности в основу закладываются следующие принципы: комплексность, относительная однородность, генетическое единство, однотипность. По степени антропогенной измененности ландшафтных систем (экосистем) выделяются две группы: природно-антропогенные и антропогенные. Под природно-антропогенными понимаются модифицированные экосистемы, в которые один или несколько компонентов изменены человеком. К этим ландшафтным экосистемам относятся экосистемы вторичных лесов на месте рубок и гарей, лесные культуры, залежи и др. Под антропогенны-

ми приняты ландшафтные системы, морфологическая структура которых трансформирована человеком в значительной степени и имеет новые свойства, в их существовании ведущую роль играет антропогенный режим. К этим ландшафтным системам отнесены технологические площади промысла (промзона, площадка ОБП, кустовые площадки) карьеры грунта и линейные объекты промысла (автодороги, трубопроводы, ЛЭП).

На территории месторождения могут устанавливаться участки загрязненных и деградированных земель. Под деградацией почв понимается совокупность процессов, приводящих к изменению функций почвы как элемента природной среды, количественному и качественному ухудшению ее свойств и режимов, снижению природно-хозяйственной значимости земель (Соколов и др., 1978). Под природно-хозяйственной значимостью понимается качество земель, лимитирующее характер и эффективность их хозяйственного использования, участия почвенного покрова в обеспечении функционирования экосистем и существования природных ландшафтов. Могут выделяться следующие типы деградации почв и земель с учетом их природы, реальной встречаемости и природно-хозяйственной значимости последствий:

- технологическая деградация (в т.ч. нарушенная);
- эрозия (в т.ч. водная и ветровая);
- засоление;
- заболачивание.

Нарушение земель представляет собой механическое разрушение почвенного покрова и обусловлено открытыми и закрытыми разработками полезных ископаемых и торфа, строительными и геологоразведочными работами и др. Под заболачиванием понимается изменение водного режима, выражающееся в увеличении периодов длительного переувлажнения, подтопления и затопления почв. Линейная эрозия представляет собой размыв почв и подстилающих пород, проявляющихся в виде формирования различного рода промоин и оврагов. Под степенью деградации почв и земель в целом понимается характеристика их состояния, отражающая ухудшение качества их состава и свойств. Крайней степенью деградации является уничтожение почвенного покрова. Степень деградации почв и земель может проводиться согласно методики определения размеров ущерба от деградации почв и земель, утвержденной Минприроды России 11.07.94, Роскомземом 08.07.94 и согласованной с Минсельхозпродом России, Россельхозакадемией (Соколов и др., 1978) по пяти уровням диагностических показателей:

0 - не деградированные (ненарушенные);

1 - слабо деградированные;

2 - средне деградированные;

3 - сильно деградированные;

4 - очень сильно деградированные (разрушенные), в т.ч. уничтоженный почвенный покров.

6.2.2. Воздействия объектов месторождения на компоненты природной среды

Воздействие на атмосферу

Основными выбрасываемыми веществами на месторождении могут быть: оксид углерода (угарный газ), углеводороды (попутный газ) и диоксид азота.

Оксид углерода (CO) – продукт неполного сгорания углеводородного сырья. Бесцветный газ в чистом виде без запаха, немного легче воздуха. Сильный яд, т.к. он, в отличие от кислорода, прочнее соединяется с гемоглобином, и кровь перестает транспортировать кислород к клеткам ткани организмов. Возникает кислородное голодание, сопровождающееся головной болью и потерей сознания. При сильном отравлении возможен смертельный исход. Главный источник - факел. При достаточном доступе кислорода и высокой температуре CO окисляется до CO_2.

Диоксид углерода (CO_2) – продукт полного сгорания углеводородного сырья. В малых количествах CO_2 стимулирует дыхательный центр, в больших – угнетает его и вызывает повышенное содержание адреналина в крови. CO_2 ассимилируется растениями, участвуя в процессе фотосинтеза хлорофилла.

Попутный газ обычно рассматривается как безвредный газ, содержащий метан, этан, гексан, пропан и бутан. Большие концентрации метана вызывают затруднение дыхания при недостатке кислорода. Природный газ обладает слабым наркотическим действием, с увеличениям числа атомов углерода сила наркотического действия растет. Главный источник – резервуары УПН.

Диоксид азота (NO_2) – красно-бурый газ с удушливым запахом. NO_2 вызывает раздражение и отек дыхательных тканей, снижает сопротивление человеческого организма к легочным заболеваниям. Повышенное содержание NO_2 в воздухе вызывает деградацию и даже полную гибель лесных массивов. Это связано с выпадением кислотных дождей, образующихся в результате фотохимического взаимодействия NO_2 с атмосферной влагой. Диоксид азота в среднем мигрирует в атмосфере трое суток. Главный источник – котельная.

При строительстве скважин на кустах загрязнение атмосферного воздуха носит локальный и кратковременный характер. Период строительства скважины составляет ориентировочно 69 суток. Загрязнение атмосферы происходит дымовыми газами, образующимися в результате работы котельной ПКН-2С в период бурения, крепления и освоения скважины, а также выхлопными газами, образующимися в результате работы автотранспортной техники при цементировании, освоении и опрессовке скважины.

Воздействие на почвы. Факторы воздействия на почвы можно выделить в три группы. К первой группе воздействий на почву относятся все атмосферные, гидрологические и гидрохимические изменения, а также изменения в биоте, связанные с деятельностью соотношений и объемов поступления веществ из атмосферы в почву, как при газообмене, так и с атмосферными осадками. В реакциях на такие изменения участвуют фильтрационные аккумулятивные свойства почвы (сорбционная способность, включая обменную сорбцию). Почва обладает способностью к самоочищению от загрязняющих веществ. При длительных устойчивых изменениях атмосферных поступлений могут иметь место медленные кумулятивные изменения почвенного профиля (например, сдвиг гумусного равновесия при устойчивых изменениях в содержании CO_2 в приземном слое воздухе, а соответственно и в почвенном воздухе; усиления кислотно-элювиальных процессов при устойчивых существенных повышениях концентрации NO_2-NO_3 в атмосфере, сопровождаемых выпадением “кислых” дождей, что может вести к повышению кислотности почв. Атмосферные техногенные поступления избыточных по сравнению с фоновым количеством тех или иных веществ могут проявляться различно в зависимости от объемов и длительности поступлений. Они могут сопровождаться незначительными локальными изменениями биохимических циклов без существенного изменения экосистем благодаря буферной способности почвы к самоочищению, а могут привести и к существенному загрязнению почвы, отравлению биоты, распаду экосистемы, разрушению почвы и в конечном итоге образованию техногенной пустыни.

Ко второй группе воздействия на почву относятся различные поступления нового материала (отсыпка площадок, дорог и т.д.), уничтожение почвы антропогенной эрозией, дефляцией и другие. Почва, лишенная растительного покрова, подвергается интенсивным процессам эрозии и дефляции. Отрицательные воздействия на почвенный покров при строительстве и эксплуатации объектов месторождения выражаются в механическом нарушении почв. В результате строительства объектов обустройства нефтяного месторождения может быть нарушен есте-

ственный почвенный покров, и образовываться техногенные почвы с неблагоприятными фильтрационными свойствами, что может приводить к застою атмосферных осадков на поверхности. Воздействие построенных дорог на почвенный покров проявляется:

в отторжении земель как среды обитания животных и мест произрастания растений;

в уплотнении торфа на болотах под отсыпкой дорожного полотна, что влечет за собою изменение водного баланса и, в конечном счете, изменение структуры почвенно-растительного покрова, а именно усиление заболачивания.

Существенное влияние на почвы оказывают трубопроводы, отрицательное воздействие которых заключается в нарушении почвенного покрова при разработке траншей в лесных массивах. Они закладываются в коридорах инженерных сетей на глубинах от 0,5 до 1,5 м. При строительстве трубопроводов к новым кустам скважин необходимо помнить, что в летнее время масштабы отрицательных воздействий могут возрасти в 1,5 раза за счет прохождения по почве тяжелой строительной техники, а также смешивания почвенных горизонтов при разработке траншеи под трубопровод. После прокладки новых трубопроводов нарушенные земли должны быть рекультивированы.

Кроме вышеназванных воздействий на почвы в районе месторождения может существовать реальная опасность загрязнения поверхности почв: пластовыми и минерализованными водами, продуктами испытания скважин (нефть, минерализованные воды), продуктами сгорания топлива при работе ДВС и котельных, горюче-смазочными материалами (ГСМ), хозяйственно-бытовыми сточными водами и ТБО, загрязненными ливневыми и талыми водами (на кустовых площадках и в промзоне).

Воздействие на поверхностные и подземные воды. В целом, воздействия на поверхностные и подземные воды можно разделить на две группы:

- непосредственные воздействия, связанные со строительством новых объектов месторождения;

- воздействия, связанные с загрязнением продуктами хозяйственной деятельности в период эксплуатации.

В рамках первой группы воздействий в условиях значительного горизонтального и вертикального (до 20-30 м) расчленения рельефа, заболоченности (до 70%) важную роль приобретает оценка влияния промышленных объектов на гидросеть в районе месторождения. Из всех объектов по масштабам и степени влияния выделяются дороги. Выполняя роль преград, они затрудняют поверхностный сток, способствуют

его перераспределению. В результате, в мелких естественных депрессиях рельефа, в выемках вдоль дорог даже при хорошей работе водопропускных труб скапливаются талые и дождевые воды, образуя озерки – очаги заболачивания. Этот процесс усиливается в местах, где линейные объекты пересекают под прямым углом основные пути геохимических миграций

Вторая группа воздействия связана с техногенным загрязнением поверхностных и грунтовых вод при эксплуатации месторождения.

Воздействие на растительный покров. Воздействие на растительный покров имеет двойственный характер и определяется прямым воздействием и косвенным. Прямое воздействие выражается в полном отчуждении земель в результате вырубки просек под технологические коридоры и площадки, произошедшее при строительстве объектов месторождения. Растительный покров при этом полностью уничтожается. Косвенное воздействие на растительный покров оказывается в период эксплуатации месторождения. Основными видами такого воздействия являются аварийные разливы нефти и пластовых вод, а также технологические выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от различных источников.

Главный фактор воздействия на древесные ресурсы при строительстве объектов – это вырубка леса. Уничтожение леса происходит и при планировке площадок, возможных лесных пожарах, механическом разрушении древостоев на прилегающих к коридорам коммуникаций участках шириной 10-20 м. Отмирание растительного покрова происходит в результате возможных подтоплений антропогенного происхождения.

Основной ущерб растительности наносится за счет изъятия земель и сведения растительности в период строительства.

Воздействие на животный мир и ихтиофауну. В целом весь комплекс факторов, отрицательно воздействующих на животный мир, можно разделить на две группы:

неспецифические, свойственные любым объектам (вырубка леса, фактор беспокойства);

специфичные, зависящие от характера и технологии объекта.

Отрицательное воздействие на фауну является двусторонним:

прямое (химическое отравление, гибель животных в нефтяных амбарах газовых факелах, на дорогах, распугивание животных, браконьерство);

опосредованное (трансформация и отчуждение угодий, загрязнение среды обитания, нарушение путей миграции и мест сезонных концентраций).

Наиболее сильное воздействие на животных оказывает прямое изъятие земель под строительство новых объектов: присутствие людей и работа техники усиливает беспокойство диких животных в окружающих угодьях, однако при исключении браконьерства это воздействие ограничивается сравнительно небольшой зоной (несколько десятков – первые сотни метров) вокруг объектов строительства. В период эксплуатации беспокойство диких животных практически неощутимо. Техническое решение проекта обеспечивает минимизацию отрицательного воздействия на животное население территории в соответствии с требованиями, определенными нормативными документами.

Освоение территории ведет к появлению нетипичных для тайги видов и, прежде всего, среди птиц, за счет появления производственных построек, жилого сектора, опушечного эффекта при сочетании открытых мест и выделов леса. Прежде всего, территория обогащается за счет домового и полевого воробья, белой трясогузки, сороки. Однако такое обогащение нетипичными для данных ландшафтных условий видами, распространение которых ограничено пространством антропогенного ландшафта, в целом не может компенсировать ущерб от освоения.

В лесных ландшафтах определяющую роль играет просека, которая приводит к полному или временному отчуждению участков обитания животных. Так, даже незначительные вырубки кедрового леса снижают общую продуктивность таежных экосистем в 200 раз (Соколов и др., 1978), а сроки последующего восстановления сообществ растягиваются до 150-300 лет.

Следует отметить положительное влияние просек как экологических русел расселения и проникновения в несвойственные им местообитания для эвритопных и синатропных видов. Придорожные полосы привлекают значительное количество животных в периоды отдыха и кормежек. Дороги являются экологическими коридорами для продвижения птиц, обитание которых связано с мелкими водоемами, кустарниками и открытыми пространствами, и тем самым способствуют обогащению орнитофауны (Адам, 1980).

Не менее значимым фактором воздействия на животный мир при любом строительстве становится фактор беспокойства, распугивание животных, а при эксплуатации объектов – все возрастающий антропогенный пресс и браконьерство, особенно для промысловых животных, связанных с проникновением людей в труднодоступные районы вдоль ЛЭП, по дорогам и трубопроводам. Нефтяное освоение за 20 лет привело к снижению численности соболя в 3,5 раза, северного оленя – в 12 раз (Пономарев, 1990).

К специфическим факторам, отрицательно воздействующим на животный мир, относится опосредованное воздействие объектов месторождения. При создании кустов скважин со шламовыми амбарами помимо локального уничтожения среды обитания происходит снижение ее качества за счет выбросов газообразных углеводородов, продуктов сгорания (окись углерода, двуокись азота) в атмосферу, нефтепродуктов, пенообразователей, реагентов – в воду, нефти и реагентов – в почву. Загрязнение территории в результате утечки нефтепродуктов и аварий приводит к ухудшению условий гнездования и размножения животных, прежде всего водно-болотного комплекса. Загрязнение оперения и шерсти мелких животных резко снижает результативность воспроизводства, а значит, ухудшается кормовая база многих ценных зверей и птиц. Даже незначительное загрязнения водоемов приводит к гибели икры и личинок земноводных и почти полному исчезновению их с таких территорий.

Широкий ареал влияния на животный мир (в радиусе до 20-45 км) определяется и разносом продуктов сгорания различных углеводородов в факелах. Наибольшая степень риска наблюдается в радиусе 400-600 м от факела, где происходит угнетение растительности и почти полное избегание таких участков животными. Кроме того, привлеченные светом в ночное время птицы летят к факелам, определенная часть их сгорает. Поэтому сжигание газа в факелах необходимо сократить до минимума, решив проблему утилизации попутного газа.

Таким образом, ущерб, наносимый животному миру, заключается в прямом уничтожении животных и косвенном влиянии (изменение мест обитания, путей миграции, фактор беспокойства, снижение репродук-тивной способности, изменение физических и физиологических показателей и т.п.), что приводит к снижению продуктивности популяций, либо к потере способности их самовосстановления.

6.2.3. Прогноз возможного развития опасных техногенных процессов и аварийных ситуаций

Созданные деятельностью человека формы рельефа (как отрицательные, так и положительные) не остаются пассивными в развитии экосистем тайги. Они оказывают существенное влияние на компоненты ландшафта и вызывают их долговременную реакцию в виде активизации или возникновения рельефообразующих процессов заболачивания, мерзлотных, эрозионных, эоловых, оползневых и других явлений.

Одним из наиболее негативных факторов, затрудняющих освоение месторождений, является процесс болотообразования торфонакопления. Активизация этого процесса связана с различными видами хозяйственной деятельности, в частности, с обводнением застраиваемых земель вследствие изменения режима, условий питания и дренирования грунтовых вод. Так, не рекомендуется возводить на пути этих потоков зданий с заглубленным фундаментом, который может служить препятствием для фильтрации вод. Использование при планировке территории грунтов с низкими фильтрационными свойствами также вызывает изменение условий обводнения поверхностных пород.

На трассе нефтепровода (нефтесборных сетей) в результате теплового влияния его, а также под действием поверхностных вод вдоль трубы отмечаются полосы и воронки проседания, увлажнения или заполненные водой. Нарушение мхово-растительного покрова и не зарегулированный сток поверхностных вод приводит к еще большему заболачиванию прилегающих к трубе участков.

Большое влияние на активизацию болотообразовательных процессов оказывают дороги. При недостаточном количестве водопропускных труб дороги могут стать своеобразной плотиной, затрудняющей сток поверхностных и внутризалежных вод с болотных массивов, препятствующей стоку талых и дождевых вод. Кроме того, дороги приводят к уплотнению грунта под дорожным полотном, под ним сохраняется мерзлота, поскольку дороги чаще строят зимой.

Влияния дорожных сооружений на болотные массивы определяется технологией их строительства. Дороги лежневые и с использованием синтетического нетканого материала оказывают меньшее воздействие на окружающую среду, чем капитальные дороги. Вследствие этого технология строительства и конструкция дорожного соединения должны обеспечить достаточную фильтрацию болотных вод через дорожную насыпь, например, при достаточном количестве и нормальной работе водопропускных труб (Прогноз …, 1988, Евсеева и др., 1990).

Кроме того, заболачиванию способствует вырубка леса, возведение промышленных объектов на площадках с насыпными грунтами, которые обладают большей водопроницаемостью по сравнению с грунтами естественного сложения. Уничтожение растительного покрова создает условия для усиленной фильтрации атмосферных осадков в грунт. Осадки, проникая в грунт, сильно обводняют его, что такое может вызвать заболачивание (Экзогеодинамика …, 1986).

Мерзлотные процессы. Мощность слоя сезонного промерзания колеблется от 0,5 до 1,2 м на торфяных массивах: на хорошо дренированных, присклоновых участках, сложенных песками – до 3,5 м; на суг-

линистых и супесчаных отложениях составляет 1,4-2,2 м. Льдистость пород слоя сезонного промерзания изменяется от 10-15 % в песках до 40-50% - в торфах. Возможно наличие глубокозалегающих реликтовых толщ четвертичного возраста. При снятии растительного и снежного покрова на строительных площадках глубина сезонного промерзания увеличивается в 1,5-2 раза (Прогноз …, 1988). Это может привести к формированию многолетней мерзлоты со всеми ее отрицательными последствиями.

Склоновые процессы и эрозия. Все перечисленные выше виды хозяйственной деятельности активизируют эрозионные, оползневые, суффозионные, эоловые процессы.

При обустройстве нефтяных месторождений строятся котлованы-пруды для сбора извлекаемой из недр жидкости, траншеи для различных коммуникаций и т.д. Это приводит к обводнению горных пород и изменению их свойств (Методика …, 1988). При сооружении линейных объектов (трубопроводов и т.п.) на болотах происходит их дренирование. В результате грунты на склоне значительно увлажняются при выпадении жидких осадков и таяния снега на склонах даже небольшой крутизны (0,3-0,5^{o}) формируются временные водотоки, размывающие грунт, что приводит к формированию промоин, оврагов. Эрозионные процессы развиваются и на откосах насыпей дорог. Как правило, это случайные размывы (глубиной до 0,3 м) и промоины (глубиной до 0,7 м) длиной от 1 до 3 –5 м.

Эоловые процессы в естественных экосистемах тайги развиты незначительно, в основном, по берегам рек. Это перевеивание песчаных кос на прирусловой пойме, раздувание песков в обнажениях и на открытых местах скорости ветра на 2-3 м/с больше, чем в лесу (Захаров и др., 1981). Вырубка лесов под площадные и линейные объекты месторождения создает благоприятные условия для развития эоловых процессов. Гранулометрический состав почвогрунтов также благоприятен для развития дефляции, поскольку преобладают частицы с диаметром менее 1 мм, чаще всего суглинки, супеси, а на площадках кустов, насыпях дорожных полотен – пески и супеси. Критические скорости ветра для почвогрунтов Малореченского месторождения составляют 6-7 м/с для песков, 7-8 м/с для торфяников, 8-9 м/с для суглинков (скорость ветра на высоте флюгера). На вырубках скорости ветра резко возрастают. Особенно опасны в этом отношении переходные сезоны года, когда возникают бури и ветры со скоростью 15 м/с и больше. Такие ветры производят большую разрушительную работу на откосах дорог, обваловывании кустов скважин, амбаров, способствуют заносу снегом дорог. Могут разрушить оборудование.

В процессе эксплуатации возможны значительные проливы ЗВ при возникновении аварийных ситуаций. Основными причинами возникновения аварий являются:

- некачественное строительство;
- нарушение проектных решений в процессе строительства;
- внутренняя коррозия трубопроводов и оборудования;
- механические повреждения.

При авариях на нефтепроводе масштабы, степень загрязнения территории зависят от типа аварии, особенностей рельефа участка, на котором произошла авария, литологии поверхностных отложений, удаленности от водных объектов. Все аварии можно классифицировать по двум типам:

- внезапные аварии;
- аварии по причине коррозии.

Выделяются следующие опасные участки в плане нефтяного загрязнения:

- переходы через водоохранные зоны рек;
- лесные массивы, приуроченные к склонам долин.

Опасность загрязнения на переходах долин рек объясняется двумя обстоятельствами: возможностью поступлений нефти в реки и довольно быстрым перемещением ее течением на большие расстояния.

В таблице 6.2.5 приводятся среднестатистические данные по аварийным ситуациям в Западно-Сибирском регионе согласно расчетам института Гипртюменнефтегаз.

Таблица 6.2.5

Данные об отказах трубопроводов

Тип трубопровода	Удельная частота порывов на км/ год	
	По причине коррозии	Внезапные
Нефтесборные сети	0,023	0,0081
Напорные нефтепроводы	0,014	0,0075

6.2.4. Организация мониторинга

Для оценки изменений состояния окружающей среды в процессе освоения и эксплуатации месторождения организуется система мониторинга (рис. 6.2.9). Основными объектами мониторинга является состояние: 1) подземных и поверхностных вод; 2) атмосферы; 3) земель-

ных ресурсов и растительного мира; 4) сообществ наземных и водных животных; 5) геологической среды.

В настоящее время разработаны ОГУП ТЦ Томскгеомониторинг (составитель Макушин Ю.В.) временные требования по организации и проведению мониторинга состояния недр на месторождениях нефти и газа территориального и локального уровней на территории Томской области (Временные …, 2002).

Мониторинг за источниками антропогенного воздействия на окружающую среду проводится путем контроля за соблюдением регламентов работы, а также контроля за выбросом загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Основной метод контроля за выбросами ЗВ в атмосферу – расчетный, при проведении экологической инвентаризации и составлении экологического паспорта предприятия (1 раз в 5 лет). В отдельных случаях может проводиться инструментальное измерение количества загрязняющих участков, которое должно проводиться в соответствии с ГОСТ 17.2.2.01-86, ГОСТ 17.2.4.02-81, ГОСТ 17.2.1.03-84, ГОСТ 17.2.6.01-86. На примере нефтегазодобывающего управления (НГДУ) можно рассмотреть источники выделения загрязняющих веществ в атмосферу, количество источников, периодичность контроля и контролируемые вещества (табл. 6.2.6).

Таблица 6.2.6

Мониторинг за выбросами в воздух источниками выделения загрязняющих веществ (на примере НГДУ)

Источники выделения загрязняющих веществ	Число источников выбросов	Периодичность контроля	Контролируемое вещество
Факел	7	1 раз в квартал	Оксид азота Оксид углерода Сажа Углеводороды
Котельная	4	1 раз в месяц (холодные месяцы: декабрь, январь, февраль) 1 раз в квартал (в остальное время)	Оксид азота Оксид углерода Сажа
Подготовка нефти и газа ЦПС: Печи ПТБ	2	1 раз в квартал	Оксид азота Оксид углерода Углеводороды

Мониторинг водных объектов является обязательным составляющим звеном локального мониторинга и осуществляется в целях: своевременного выявления и прогнозирования негативных процессов, влияющих на качество вод и состояние водных объектов, разработки и реализации мер по предотвращению вредных последствий этих процессов; оценки эффективности осуществляемых водоохранных мероприятий; информационного обеспечения управления и контроля в области использования и охраны водных объектов. На примере программы мониторинга качества питьевой воды с учетом условий лицензионных соглашений на право добычи подземных вод НГДУ рассмотрим перечень контролируемых показателей качества воды (табл. 6.2.7.; 6.2.8).

Таблица 6.2.7

Органолептические показатели (определение в производственной химико-аналитической лаборатории НГДУ)

Показатели	Ед. измерения	Нормативы (не более)	Метод определения
Запах	баллы	2	ГОСТ 3351-74
Привкус	баллы	2	ГОСТ 3351-74
Цветность	градусы	20 (35)	ГОСТ 3351-74
Мутность	мг/л	1,5 (2)	ГОСТ 3351-74

Таблица 6.2.8

Обобщенные химические показатели для экологического производственного мониторинга (определение в производственной химико-аналитической лаборатории НГДУ)

Показатели	Ед. измерения	Нормативы (ПДК)	Метод определения
Водородный показатель	pH	6-9	pH-метр
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000 (1500)	ГОСТ 18164-72
Жесткость общая	мг-экв/л	7,0 (10)	ГОСТ 4151-72
Окисляемость перманганатная	мг/л	5,0	Универсальный метод

Показатели	Ед. измерения	Нормативы (ПДК)	Метод определения
Нефтепродукты	мг/л	0,1	Хроматографический метод
ПАВ	мг/л	0,5	
Аммиак	мг/л	2,0	ГОСТ 4092-82
Фенольный индекс	мг/л	0,25	
Нитраты (по NO_3^-)	мг/л	45	ГОСТ 18826-73
Хлориды	мг/л	350	ГОСТ 4245-72
Сульфаты	мг/л	500	ГОСТ 4389-72
Железо (суммарно)	мг/л	1,0	ГОСТ 4011-72
Кальций	мг/л	3,5	Универсальный метод
Магний	мг/л	20,0	По расчету

Примечания: 1)Нитриты определяются при обнаружении микробного загрязнения; 2)Величина, указанная в скобках, устанавливается для одиночных водозаборов месторождений; 3)Отбор проб согласно графика.

График отбора проб экологического производственного мониторинга качества питьевой воды приводится в таблице 6.2.9.

Таблица 6.2.9

График отбора проб экологического производственного мониторинга качества питьевой воды (на примере НГДУ)

Точки отбора	Количество проб (в год)	Периодичность отбора
Жилой поселок		
Водоочистная станция:		
Скв. 1а	1	май
Скв. 1в	1	сентябрь
Скв. 7в	1	сентябрь
Скв. 8а	1	май
Скв. 9	1	май
Скв. 9а	1	сентябрь
Скв. 10	1	сентябрь
Исходная вода	4	Март, июнь, сентябрь, де-

Точки отбора	Количество проб (в год)	Периодичность отбора
		кабрь
Конечная вода	4	Март, июнь, сентябрь, декабрь
Аэропорт:		
Скв. 8-440	1	май
Скв. 8-441	1	сентябрь
Центральная котельная:		
Скв. 8-218	1	май
Скв. 8-219	1	сентябрь
Общежития:		
Общежитие 17д	4	Март, июнь, сентябрь, декабрь
Общежитие 12	4	Март, июнь, сентябрь, декабрь
Общежитие 20	4	Март, июнь, сентябрь, декабрь

Примечание: 1) Отбор проб производится по функционирующим скважинам; 2) Дополнительный отбор проб производится при обнаружении признаков загрязнения воды выше нормативов; 3) Отбор проб из скважин, эксплуатирующихся периодически, производится перед остановкой насоса.

Организацию комплексного мониторинга можно рассмотреть на примере нефтяного месторождения по данным сотрудников ТомскНИПИнефть (табл. 6.2.10).

Таблица 6.2.10

Организация комплексного мониторинга на нефтяном месторождении (по данным сотрудников ТомскНИПИнефть)

Объект мониторинга	Места отбора проб или наблюдений	Периодичность наблюдений	Исполнитель работ
Подземные воды	Артезианские скважины №СТ-51, №СТ-52, №4, №5 вблизи ДНС и УПН (гидропост №1)	1 раз в квартал (отбор проб), 1 раз в 10 дней (замер уровня)	Аккредитованные лаборатории
Поверхностные воды	Стационарные гидропосты №3, №4 и №5 на реке Малая Речка (верхний и нижний участки), №2 на озере болотного типа вблизи ВЛ-110 кВ (юго-восток лицензионного участка)	1 раз в месяц и при аварийных разливах нефти	Аккредитованные лаборатории
Атмосфера	Посты № 1, №2, №3 в пре-	По графику НГДУ	Аккредитованные

Объект мониторинга	Места отбора проб или наблюдений	Периодичность наблюдений	Исполнитель работ
	делах промзоны и в 500 м к северо-востоку и юго-западу от промзоны с учетом розы ветров	согласно ОНД-90 и в периоды неблагоприятных метеоусловий	лаборатории
Почвы и растительность	Площадки стационарных наблюдений на ключевых участках [4] у кустов №№1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, вблизи гидропостов и промзоны	1 раз в 5 лет и при аварийных разливах нефти	Лаборатория мониторинга отдела экологии Томск-НИПИ-нефть
Охотничье-промысловые животные	Наземные маршрутные обследования ключевых участков [4]	1 раз в 5 лет	Лаборатория экологии наземных позвоночных НИИББ при ТГУ
Сообщества гидробионтов	В местах отбора проб поверхностных вод	1 раз в год и при аварийных разливах нефти	НИИББ при ТГУ

Мониторинг водных объектов включает: регулярные наблюдения за состоянием водных объектов количественными и качественными показателями поверхностных и подземных вод (физические, химические и биологические показатели); сбор, хранение, пополнение и обработку данных наблюдений; создание и ведение банков данных; оценку и прогнозирование изменений состояния водных объектов, количественных и качественных показателей поверхностных и подземных вод. Расположение опорных точек сети гидрохимического и гидрологического мониторинга учитывает размещение объектов месторождения, характер рельефа и строение поверхностной гидросети участка, поэтому на р. Малая Речка намечается три точки отбора проб: гидропосты №4 и №5 располагаются в верховьях (в 500 м выше и ниже КОС), гидропост №3 – в низовьях. Кроме этого рекомендуется установить точку наблюдения на озере болотного типа в районе ВЛ-110 кВ (гидропост №2). Места отбора проб должны быть оборудованы мостками для обеспечения безопасного подхода к воде и отбора проб. Таким образом, рекомендуется 4 пункта стационарного надзора.

В соответствии с перечнем специфических загрязняющих веществ, применяемых в технологических процессах промысла, качество поверхностных вод контролируется по следующим показателям, отражающим состояние разных уровней функционирования экосистем:

Показатели химического состава воды: запах, цвет, вкус, водородный показатель, концентрация взвешенных веществ, плотность сухого остатка, жесткость общая, содержание сероводорода, фосфатов, хлоридов, железа общего, кальция, магния, щелочных металлов (K+Na), СПАВ, фенолов, ХПК, БПК, метанола, нефтепродуктов.

Показатели химического загрязнения донных отложений: нефтепродукты.

Показатели состояния сообществ водных организмов:

Зоопланктон - видовой состав, численность и биомасса животных (в пересчете на 1 м²); индекс сапробности (по методу Пантле-Букка в модификации Сладечека) (Хэллауэл, 1977); индекс видового разнообразия (по информационной формуле Шеннона);

Зообентос – видовой состав, численность и биомасса животных (в пересчете на 1 м²); индекс сапробности (по методу Зелинки-Марвана в модификации И.К. Тодерша (Природопользование …, 1996); биотический индекс Вуди-висса (Хэллауэл, 1977); Олигохетный индекс Гуднайта и Уитлея (Хэллауэл, 1977); показатели качественного и количественного развития; индекс удельного биотического разнообразия (по информационной формуле Шеннона).

Интегральные показатели качества воды: степень загрязнения воды; класс качества воды. В случае существенного отклонения показателей качества воды от исходных значений в течение длительного срока (несколько наблюдений подряд) работы по гидрохимическому мониторингу необходимо дополнить мероприятиями по выявлению источника воздействия на эти показатели (включая определение качества вод в мелких и временных водотоках, а также прямое обследование производственных объектов, могущих оказывать такое воздействие) и разработке мероприятий по прекращению выявленного воздействия.

Пробы воды отбираются ежемесячно и анализируются согласно требованиям ГОСТ 17.1.3.06-82 и ГОСТ 17.1.5.05-85. Пробы гидробионтов отбираются 1 раз в год летом в фенологически близкие сроки по методикам, принятым в гидробиологических исследованиях.

На локальном уровне мониторинг водных объектов осуществляют водопользователи, которые ведут систематические наблюдения за водными объектами в порядке, определяемом территориальными органами Министерства природных ресурсов РФ, и представляют данные наблюдений в указанные органы в соответствии с водным законодательством РФ.

Мониторинг за состоянием подземных вод организуется по наблюдательной сети скважин, согласованной с Комитетом природных ресурсов. Замеры уровней подземных вод и производительности сква-

жин проводятся не реже 1 раза в 10 дней. В неработающих и наблюдательных скважинах замеряются статистические уровни вод, в работающих – динамические.

Мониторинг за химическим составом хозпитьевых вод проводится 1 раз в квартал. Наблюдения за качеством хозпитьевых вод проводятся в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.554-96. Перечень подлежащих контролю компонентов должен соответствовать СанПиН 2.1.1.4.1074-01, ГОСТ 2874-82 и СанПиН 2.1.4.027-95. Необходимы полевые определения показателей органолептических свойств подземных вод, отбор водных проб с последующим проведением в лабораторных условиях микроорганизмов, аналитическим определением концентрации нормируемых компонентов химического состава вод. Порядок отбора проб, их доставка в лабораторию и количество определяемых компонентов устанавливается по ГОСТ 18963-73, ГОСТ 4979-79, ГОСТ 2874-82.

Контроль над состоянием водотоков и береговых склонов включает в себя наблюдение за участками перехода нефтепровода через реки, ручьи, лога. Поэтому на участках нового перехода нефтепровода через реку проводят через 2 – 3 года обследование склонов с замером расстояний от постоянных точек, увязанных с планом съемки изысканий, а через 5-7 лет эксплуатации повторяют русловую съемку на участке.

Целью мониторинга почв являются наблюдения за изменением свойств почв под воздействием природно-техногенных и техногенных факторов во времени. Объектами мониторинга являются почвы и грунты в местах расположения: артезианских скважин; нагнетательных скважин для закачки очищенных сточных вод; рекультивированных шламовых амбаров; вахтовых поселков; котельной; промплощадок; кустов скважин, нефтезагрязненных участков. Мониторинг за состоянием земель и растительности на землях, прилегающих к объектам обустройства месторождения, проводится ежегодно в летний период путем рекогносцировочного обследования, в соответствии с ГОСТ 17.4.2.03-86. Наилучшей основой для мониторинга за этими объектами являются материалы многозональной аэрофотосъемки. При обследовании регистрируются участки захламленных, нарушенных, загрязненных земель, состояние почвенного и растительного покрова, производится отбор почвенных проб для определения степени загрязненности почв в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84.

Ландшафтное обследование ключевых участков включает полевые работы с рекогносцировочными наземными маршрутами с использованием средств наземного транспорта и пеших маршрутов в пределах определенных ранее ключевых участков. При этом используются

материалы подготовительного этапа работ: подбор топографических и тематических (лесных насаждений, почв, геологическая, геоморфологическая) карт масштабов 1:1000000, 1:200000, 1:50000; материалы инженерно-технических изысканий территории нефтяного месторождения; фондовые материалы геологических фондов; фондовые материалы управления лесами; фондовые материалы управления охотничьего хозяйства.

При проведении наземных маршрутов выполняются серии однотипных комплексных точечных описаний, включая информацию о мезо- и микрорельефе, почвах, фитоценозе, степени антропогенной измененности ландшафтных систем, визуальные наблюдения за животными (наличие следов зверей, гнезд птиц, муравейников; перечень животных и птиц, обитающих вблизи вахтового поселка). Сеть точечных описаний может быть равномерно рассредоточена по площади ключевых участков.

Геоботаническое описание ключевых участков проводится с использованием общих методических руководств (Агрофизическая …, 1976; Тюрин и др., 1959). При подборе пробных площадей стараются максимально охватить сообщества, типичные для геоботанического района и расположенные на различных элементах ландшафта, а также учесть однородность состава основных фитоценотических признаков сообществ.

Для оценки состояния растительного покрова территории нефтяного месторождения проводят маршрутные исследования вблизи технологических объектов промысла, выполняют геоботаническое описание растительности вдоль дорог, через долины рек и ручьев, на просеках и гарях.

При геоботаническом описании фитоценозов учитывают видовое разнообразие и структурные показатели сообществ (ярусность и мозаичность). Определяют видовой состав, сомкнутость крон, густоту древостоя на площади 100 м², высоту древостоя и подроста. Для подлеска, кустарничкового, травяного и мохового покрова учитывают общее проективное покрытие отдельных видов. Одновременно проводят сбор образцов для гербария.

Место расположение точек отбора проб поверхностных вод и донных отложений выбирается с учетом размещения существующих и проектируемых объектов обустройства месторождения и сети поверхностных водотоков.

Почвенное обследование и классификацию производят путем заложения опорных почвенных разрезов в пределах ключевых участков (Классификация …, 1997; Агротехнические …, 1989). Оценка состояния

и изменения почвенной биоты является одной из важнейших задач мониторинга почв в нефтегазовой отрасли, так как почвенные организмы являются индикаторами изменения почвенно-экологических условий. Для оценки состояния почвенной микрофлоры рекомендуется проводить почвенно-биохимические исследования почв согласно методическим указаниям (Методические …, 1993). В ходе выполнения почвенно-биохимических исследований рекомендуется провести оценку целлюлозолитической (интенсивность разложения клетчатки в почве) и протеолитической (интенсивность разложения азотсодержащих веществ в почве) активности почв. Для оценки состояния почв рекомендуются исследовать почвенную мезо- и макрофауну основных типов почв (Количественные …, 1987).

Для оценки изменений почвенно-биологического состояния почв месторождения рекомендуется ограничиться проведением работ по ключевым участкам 1 раз в 5 лет.

Мониторинг за состоянием растительного и животного мира должен осуществляться периодически в составе работ по проведению лесоустройства и охотоустройства территории. Фитомониторинг включает оценку и контроль изменений на опорных пунктах наблюдений под воздействием объектов месторождения. Сеть опорных пунктов фитомониторинга включает в себя:

- постоянные пробные площадки;
- маршрутные ходы;
- учетные площадки.

Постоянные пробные площадки размером 10х10 м² рекомендуется закладывать в зоне выбросов загрязняющих веществ в атмосферу промысла в разных типах лесных и болотных фитоценозов. При этом 4 точки постоянного контроля размещаются по преобладающему направлению ветра и 1 точка (контрольная) – в противоположном направлении. В каждой из точек наблюдения пробные площади необходимо закладывать в разных типах фитоценозов.

Маршрутные ходы (они фиксируются засечками на стволах деревьев) прокладывают с целью выявления и уточнения границ участков угнетения лесных насаждений. Обследование района промзоны маршрутными ходами предусматривается по двум направлениям - по направлению ветра и перпендикулярно ему.

Учетные площадки должны закладываться сериями по 25 штук размером по 1 м² у объектов контроля, где выявлены изменения растительного покрова. При этом ведется учет недревесной растительности и подроста хвойных пород (кедр, сосна).

Наблюдения за растительным покровом предлагается проводить по следующим основным показателям:

- структура фитоценозов;
- санитарное состояние лесных насаждений;
- морфологические показатели модельных экземпляров подроста хвойных пород.

Объектом мониторинга животного мира являются охотничье-промысловые виды животных. В качестве контролируемых показателей рекомендуются следующие:

- численность, видовой состав;
- миграции и сезонные концентрации;
- биотическое распределение;
- места размножения редких видов.

Периодичность проведение мониторинга должна быть не менее 1 раза в первые 5 лет, затем может быть скорректирована по результатам мониторинга.

Большую эффективность для мониторинга состояния почвенного и растительного покрова, а также выявления площадей крупных аварийных разливов нефти имеют данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ). Рекомендуется 1 раз в год проводить аэрофотосъемку территории месторождения или заказывать космические снимки высокого и сверхвысокого разрешения: Ресурс-0 (сканер МСУ-Э, пространственное разрешение 40-45 м), SPOT (сканер, 10м), Ресурс-Ф (фотокамера КФА-3000, 2-3 м) и ТКК Космос (фотокамера КВР-1000, 2 м) (Гречищев, 1998; Королев и др., 1998).

Привязку на местности точек наблюдений, опорных разрезов, отбора образцов почв и грунтов производят с помощью GPS-приемника, а также путем определения положения относительно ориентиров на местности.

6.2.5. Отбор проб и пробоподготовка

На стадии полевого этапа работ необходимо проводить морфологическое описание почвенных профилей, согласно ГОСТа 5681-84 и инструкции (Общесоюзная …, 1973). Отбор проб почв, транспорт и хранение производится согласно ГОСТа 17.4.3.01-83; ГОСТа 17.4.4.02-84 и ГОСТа 28168-89.

Отбор проб воды проводится в соответствии с РД 39-0147098-025-91 и ГОСТа 17.1.5.05-85 из центральной части водотоков с глубины 0,2-0,5 м с помощью пробоотборников ПЭ-11 и ПЭ-12.

Пробы, отбираемые для определения СПАВ, нефтепродуктов, общего железа, заливают в стеклянные бутыли. Для других компонентов допускается использование полиэтиленовых емкостей.

В случае невозможности проведения анализа образцов воды в день отбора срок хранения проб может быть увеличен путем добавления консервирующих реагентов (таблица 6.2.11)

Таблица 6.2.11

Консервирующие реагенты

Определяемые компоненты	Консервант	Срок хранения	Материал, бутыли	Оптимальный объем пробы, $дм^3$
Сульфаты, хлориды, бикарбонаты, кальций, магний, нитраты, аммоний, pH	-	10 дней	Стекло, полиэтилен	1,5
Нитриты	-	24 часа	Стекло, полиэтилен	1,0
Взвешенные вещества	-		Стекло, полиэтилен	0,5
Нефтепродукты	Четыреххлористый углерод, 4 $см^3/дм^3$	1 месяц	Стекло	1,0
Железо общее	Соляная кислота, конц., 10 $см^3/дм^3$		Стекло, полиэтилен	0,2
СПАВ, фосфаты	Хлороформ, 4$см^3/дм^3$		Стекло	0,3
ХПК, БПК, сероводород	-	4 часа	Стекло, полиэтилен	0,2

Отбор проб донных отложений. Пробы донных отложений (грунта) отбирают в соответствии с ГОСТом 17.1.5.01-80 с помощью дночерпателя Петерсена из центральных частей русел водотоков, на участках с замедленным течением и илистым дном. Содержание нефтепродуктов определяют методом ИК–фотометрирования экстрактов в че-

тыреххлористом углероде, предварительно пропущенных через хроматографические колонки с окисью алюминия.

Отбор проб гидробионтов. Пробы зоопланктона отбирают путем процеживания 25 л воды через планктонную сетку. Отфильтрованных животных фиксируют 2-процентным раствором формалина. Пробы зообентоса отбирают дночерпателем Петерсена.

Извлеченные организмы зообентоса фиксируют 70-процентным этиловым спиртом и выдерживают 2 месяца для достижения стабильного веса, после чего определяют численность и биомассу основных экологических групп животных.

В целях устранения возможной ошибки, связанной с неоднородностью распределения гидробионтов, каждая проба зообентоса в пределах исследуемого биотопа должна включать содержимое трех-четырех разовых отборов донных отложений. Взятую пробу отмывают от мелких фракций ила и песка в промывочном мешке, изготовленном из мельничного газа №28. Из оставшегося содержимого вручную с помощью пинцета и лупы отбирают организмы зообентоса, которые фиксировали 70%-ным этиловым спиртом.

6.2.6. Результаты исследований

В ходе выполнения работ по мониторингу может быть использована классификация ландшафтов природно-территориальных комплексов (ПТК) в трех уровнях (Пуговкин и др., 1994). В качестве базовой ландшафтной единицы территории принимается геоморфологическая единица: водораздельные поверхности, склоны водораздельных поверхностей, долинный комплекс рек. Второй уровень дает описание ландшафтно-геоморфологических разностей - леса заболоченного и суходольного рядов, болота верховые, переходные. На третьем, более детальном уровне, за единицу территории принимается наименьший по размерности территориальный тип – ценотический, тождественный экосистемам.

При определении ценности экосистем за основу может быть принята методика В.В. Козина (Природопользование …,1996), исходящая из значения экосистем для сохранения современной структуры ландшафта, перспективы их использования, выполняемых функций. Шкала оценки пятибальная, усиливаемая коэффициентами от 0,1 до 0,5 в зависимости от степени выраженности функций. Шкала ценности экосистем представлена в таблице 6.2.12.

Таблица 6.2.12

Шкала ценности экосистем

Балл ценности	Функции экосистем оценочного балла
1	Лесоэксплуатационные (древесно-ресурсные), за исключением экосистем лесов приболотной полосы, для верховых болот - в границах водоохранной зоны
2	Ресурсные функции выдела с таежными ягодными и грибными местами, места локализации лекарственных растений
3	Водозапасающие функции
4	Водорегулирующие функции экосистем заторфованных долинообразных понижений, внутриболотных долин стока, долин ручьев, мелких рек
5	Ландшафтно-стабилизирующие, водоохранные, охотничье-промысловые, орехово-промысловые функции

Под устойчивостью экосистем понимается способность исторически сложившейся системы биогеоценозов активно сохранять структуру и характер функционирования в пространстве и во времени под воздействием каких-либо внешних и внутренних возмущений, как прямых, так и опосредованных (Трофимов и др., 1996). При определении устойчивости экосистем может быть применен метод аналитической экспертной оценки в баллах (Пуговкин и др., 1994).

Устойчивость экосистем может рассматриваться в двух аспектах:

- стабильность или пластичная устойчивость, определяемая внутренними естественными способностями экосистем к самовосстановлению;

- восстановимость или упругая устойчивость (Трофимов и др., 1996), отражающая свойства экосистем сохранять свою структуру и функцию под воздействием антропогенных факторов.

Экосистемам в пределах выделенных ПТК присваивается оценочный балл устойчивости. Экосистемам с минимальной устойчивостью присваивается минимальный балл, с максимальной устойчивостью – максимальный балл.

Стабильность экосистем оценивается по шести балльной шкале, усиленная десятичными долями в соответствии с местоположением экосистем в пределах ПТК:

1-нестабильные,

2-слабо стабильные,

3-умеренно стабильные,

4-средне стабильные,

5-относительно стабильные,

6-стабильные.

Восстановимость экосистем к техногенным нагрузкам, обусловленных воздействием нефтегазодобывающего комплекса нефтяного месторождения, может оцениваться в трех аспектах:

- механическое воздействие;
- химическое загрязнение;
- атмосферное загрязнение.

Механическое воздействие наиболее распространенный вид воздействия в районах освоения месторождений. При механическом нарушении экосистем трансформации подвергаются не только почвы и растительность, но и животное население. Последствия механической трансформации экосистемы сводятся к следующему:

- нарушение почвенно-растительного слоя (уплотнение или удаление);
- изменение рельефа;
- изменение или полное уничтожение растительного покрова;
- изменение генезиса почв (разрушение и смешение почвенных горизонтов, их погребение), создание техногенных грунтов при отсыпке дорог, технологических площадок и др.;
- изменение режима увлажнения (нарушение поверхностного и подземного стока), влажности почво-грунтов при подтоплении или осушении отдельных участков.

Восстановимость экосистемы к механическим нагрузкам определяется способностью экосистем под воздействием механических факторов воздействия сохранять свои основные экологические характеристики.

Восстановимость экосистем к механическим нагрузкам может оцениваться в трех балльной шкале:

- неустойчивые - легко нарушаемые с низким потенциалом самовосстановления экосистемы пойменных темнохвойно-березовыми травяно-болотными лесами, гидрогенные экосистемы рек и озер;
- среднеустойчивые – экосистемы верховых облесенных болот, заболоченных лесов;
- устойчивые – экосистемы хорошо дренированных суглинистых водоразделов и надпойменных террас со смешанными, мелколиственно-темнохвойными и сосново-мшистыми лесами.

Устойчивость экосистемы к геохимическим нагрузкам и их восстановимость – это способность экосистем под влиянием химических агентов сохранять уровень и направленность биохимических циклов. Химические агенты в рассматриваемых условиях делятся на две группы: нефтепродукты и высокоминерализованные промысловые воды.

Последствия геохимических нагрузок на экосистемы могут проявляться в следующем:

- изменение состава или полное уничтожение растительности в очаге загрязнения;
- битуминизация, оглеение, засоление почв;
- локальное загрязнение поверхностных, подпочвенных и грунтовых вод, изменение и ухудшение их качества;
- гибель почвенных беспозвоночных животных, мелких млекопитающих животных в очаге загрязнения;
- деградация рыбных ресурсов, сообществ гидробионтов.

Степень геохимической устойчивости может определяться следующими факторами:

- интенсивностью выноса веществ (продуктов техногенеза) за пределы данной экосистемы, рассеяния их с поверхностным и подземным стоками,
- скоростью химических превращений органических и минеральных веществ в почвах, атмосфере,
- характером химических и связанных и ними фазовых превращений веществ в зависимости от типа геохимических барьеров.

Восстановимость к геохимическим нагрузкам (геохимическую устойчивость) можно оценивать по четырехбалльной шкале:

1 балл - наиболее неустойчивые - озера русла рек, озерково-болотные комплексы;

2 балла - неустойчивые - группа болотных экосистем, экосистем заболоченных лесов;

3 балла - переменно-устойчивые - пойменно-таежные экосистемы;

4 балла - устойчивые - лесные экосистемы, дренируемые по суглинистым склонам водоразделов.

Атмосферные загрязнители оказывают воздействие в первую очередь на жизнедеятельность растений. Среди растений есть виды, весьма чувствительные к загрязнению воздушной среды, есть и более выносливые.

Типы леса, в зависимости от состава лесообразующих пород и напочвенного покрова, также образуют ряд устойчивости к атмосферному загрязнению (в четырехбалльной шкале):

- устойчивые (в пределах месторождения не встречаются);
- относительно устойчивые (березово-осиновые леса);
- средне устойчивые (кедрово-еловые зеленомошные и долго-мошно-сфагновые леса, сосняки сфагновые);
- мало устойчивые (сосняки мохово-кустарниковые).

Болотные сообщества более устойчивы к загрязнению атмосферного воздуха, чем лесные экосистемы. Воздействие идет, в основном, через усиление кислотности торфяного субстрата и уменьшение продуктивности биологической массы.

Определение интегральной устойчивости экосистем на территории и научно-методическом уровне не решено однозначно. Интегральная устойчивость характеризует дифференцированную в пространстве и времени способность экосистем сохранять свою структуру и функции при однотипных, подавляющих антропогенных воздействиях, а также степень их пригодности для размещения технологических сооружений.

6.2.7. Лабораторные исследования

Методы анализа воды

Количественный химический анализ ингредиентов подлежащих контролю, может быть соответствовать требованиями к качеству питьевой воды СанПиН 2.1.1.4.1074-01, требованиям к отбору проб и пробоподготовке (Булатов и др., 1999) и инструкции по контролю за состоянием поверхностных и подземных вод на предприятиях нефтяной и газовой промышленности согласно РД 39-0147098-025-91. В таблице 6.2.13 представлен перечень компонентов химического состава примесей воды и использованных методик.

Таблица 6.2.13

Перечень примененных методик химического анализа вод

№ п/п	Наименование показателей качества воды	Применяемый метод анализа	Нормативный документ на МВИ	
			Поверхностные воды	подземные воды
1.	Водородный показатель	Ионометрия	РД 52.24.495-95	ГОСТ 26.449.1-85
2.	Взвешенные вещества	Гравиметрия	РД 52.24.468-95	РД 52.24.468-95
3.	Общее содержание примесей	Гравиметрия	РД 52.24.468-95	РД 52.24.468-95
4.	Аммоний-ионы	Фотометрия	РД 52.24.486-95	ГОСТ 4192-82
5.	Железо общее	Фотометрия	РД 52.24. 356-95	ГОСТ 4011-72
6.	Жесткость общая	Титриметрия	РД 52.24.395-95	ГОСТ 4151-72
7.	Гидрокарбонаты	Титриметрия	РД 52.24. 495-95	РД 52.24. 495-95

№ п/п	Наименование показателей качества воды	Применяемый метод анализа	Нормативный документ на МВИ	
			Поверхностные воды	подземные воды
8.	Кальций	Титриметрия	РД 52.24.403-95	РД 52.24.403-95
9.	Магний	Титриметрия	РД 52.24.403-95	РД 52.24.403-95
10.	Сульфаты	Турбидиметрия		ГОСТ 4389-72
11.	Фосфаты	Фотометрия	РД 52.24. 382-95	ГОСТ 18309-72
12.	Хлориды	Титриметрия	РД 52.24.407-95	ГОСТ 4245-72
13.	СПАВ	Фотометрия	РД 52.24.368-95	РД 52.24.368-95
14.	ХПК	Титриметрия	РД 52.24.421-95	РД 52.24. 421-95
15.	Сухой остаток	Гравиметрия	ГОСТ 18164-72	РД 52.24.421-95
16.	Нефтепродукты	ИК-фотометрия	РД 52.24. 476-95	РД 52.24.476-95
17.	Нитраты	Фотометрия	ГОСТ 18826-73	ГОСТ 18826-75
18.	Нитриты	Фотометрия	РД 52.24. 301-95	ГОСТ 4192-82

Гравиметрические анализы позволяют методом взвешивания на аналитических весах заданной точности определять в воде количество:

- взвешенных частиц;
- общее содержание примесей;
- сухой остаток.

Сущность турбидиметрического метода состоит в получении путем химической реакции взвеси определяемого иона. Далее количественный анализ проводится на фотометре. Для предотвращения осадкообразования используют различные прозрачные стабилизаторы (глицерин, поливиниловый спирт и др.)

Самым распространенным количественным методом определения примесей в воде является их фотометрическое определение. Сущность метода состоит в переводе определяемого иона в окрашенный продукт химической реакции. Оптическую плотность образовавшихся окрашенных продуктов определяют фотометрическим методом. Данным методом определяются: ионы аммония; общее содержание железа; фосфаты; нитраты; нитриты и СПАВ.

Находит широкое применение титрометрический метод, суть которого заключается в переводе определяемого компонента в недиссоциированное состояние и улавливании либо потенциометрически, либо визуально точки перехода. Данным методом определяют: общую жесткость, гидрокарбонаты, кальций-ионы, магний-ионы, хлорид-ионы и ХПК.

Донные отложения высушивают до воздушно-сухого состояния и содержание нефтепродуктов определяют ИК-фотометрированием концентратомер–фотометром марки КН-1.

Анализ почвенных образцов проводят химическим, физико-химическим и физическим методами с учетом ГОСТа 17.4.2.01-81 и РД 39-0147098-015-90 по следующим показателям: гумус; зольность торфов; pH водной вытяжки; содержание ионов карбоната и биокарбоната; содержание иона хлориды аргентометрическим методом по Меру; содержание иона сульфатов турбидиметрическим методом; сумма поглощенных оснований по методу Каппена; гидролитическая кислотность по методу Каппена в модификации ЦИНАО; обменный кальций и обменный магний комплексно-метрическим методом; нитраты по методу ЦИНАО; обменный аммоний по методу ЦИНАО; подвижные соединения фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО; гидроскопическая влажность; потеря при прокаливании; содержание нефтепродуктов методом ИК-фотометрии (Булатов и др., 1999[2]). Биологическое загрязнение грунтов исследуется путем микробиологического и гельминтологического анализов.

Микробиологические исследования включает определение общего количества мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов, количества патогенных микроорганизмов (сальмонеллы, St.aureus, бактерии P. Proteus), а также качественного и количественного состава условно-патогенных микроорганизмов (УПМ) группы кишечной палочки (E.coli, Enterobacter, Serratia, Citrobacter, Klebsiella) стандартными методами, путем суспензирования 1 г грунта в 9 мм физраствора, растительровки до 10-8, посева по 0,1 мл суспензии на различных питательных средах (кровяной агар, Эндо, Плоскирева, Левина, BCA (висмут-сульфит-агар)).

6.3. Мониторинг на территории деятельности предприятий по добыче урана методом подземного скважинного выщелачивания

В основу данного раздела положены материалы многолетних исследований в данной области сотрудников ОАО «Волковгеология» – Б.Р. Берикболова, П.Г. Каюкова, П.П. Дубинчина, В.Ф. Долгополова, Г.П. Нестерова, Г.Ф. Ефремова, Л.С. Петровой, Л.С. Вятченниковой, П.Е. Чистилина и специалистов НАК Казатомпрома – В.Г. Язикова, В.П. Забазнова, Н.Н. Петрова и других.

Перспективны развития подземного выщелачивания связаны прежде всего с выявлением месторождений урана, которые относятся к «песчаниковому» типу. Около 90% «песчаниковых» руд размещено на юге Казахстана в Южно-Казахстанской и Кызылординской областях, где в настоящее время НАК «Казатомпром» ведет и будет вести многие

годы добычу урана (Петров и др., 1995; Язиков и др., 2001; Берикболов и др., 2001). Эпигенетические урановые месторождения региональных зон пластового окисления, сформировавшиеся при циркуляции кислородных атмосферных вод, выщелачивающих уран из горных пород областей питания, транзита и сбрасывания его на геохимических барьерах на пути следования к областям разгрузки позволяют применять метод подземного скважинного выщелачивания в условиях естественной проницаемости пород. Подобные месторождения встречаются в особых геологических обстановках, обычно перекрыты толщами без рудных пород и слабо проявлены или совсем не проявлены на поверхности.

Метод подземного скважинного выщелачивания наиболее эффективен, так как позволяет резко сократить количество объектов капитального строительства и уменьшить капитальные затраты в 2 – 4 раза по сравнению с обычным горным способом добычи. Кроме того, скважинные системы обеспечивают возможность постепенного ввода предприятий в эксплуатацию в 3 – 4 очереди и более. При этом первая конечная продукция и отдача от капитальных вложений могут быть получены в очень короткие сроки, а дальнейшее развитие предприятий может частично финансироваться прибылью от эксплуатации. Общая себестоимость продукции на предприятиях скважинного выщелачивания в 3–6 раз ниже её себестоимости на предприятиях с горным способом добычи. Скважинные системы подземного выщелачивания позволяют также резко снизить требования к содержанию урана в рудах и эффективно вовлекать в освоение месторождения убогих руд. Возможные ресурсы урана в таких месторождениях, несомненно, многократно превышают его ресурсы в месторождениях богатых руд. Вместе с тем природные геоэкологические условия пластово-инфильтрационных месторождений, под которыми понимают целую группу факторов, способствуют изоляции таких техногенных вод в водоносных горизонтах урановых рудных залежей. Надежность такой изоляции обеспечивается благоприятными геоструктурными, литолого-фациальными, геохимическими, гидродинамическими, гидрогеохимическими и другими природными факторами (Каюков и др., 2000; Язиков и др., 2001).

В Шу-Сарысуйской урановорудной провинции пластово-инфильтрационного типа подземные артезианские воды горизонтов, вмещающие рудные тела, характеризуются высокими содержаниями Ra-226, Rn-222, Pb-210. В случаях несанкционированного самоизлива из оставшихся бесхозными скважин вблизи них на поверхности образуются значительные (до нескольких гектар) участки загрязнения почв с мощностью дозы гамма-излучения от сотен до нескольких тысяч микрорентген в час и суммарной альфа-активностью грунтов в точках мак-

симума до сотен тысяч беккерелей на килограмм. Размещение этих участков загрязнения в пределах урановорудной провинции показано на рисунке 6.3.1. Общая схема технологии добычи урана методом подземного скважинного выщелачивания с закачными и откачными, а также наблюдательными скважинами показана на рисунке 6.3.2. Карта мощности экспозиционной дозы и результаты опробования почв и подземных вод на одном из участков месторождения Канжуган приведена на рисунке 6.3.3 (Учебно-методическое…, 2000).

Подземное выщелачивание является практически безотходным способом добычи и первичной переработки радиоактивного сырья, поскольку при его применении исключаются:

-выдача руды и горной массы на поверхность, создание отвалов пустых пород и хвостохранилищ гидрометаллургического передела руд;

-выдача на поверхность загрязнённых дренажных подземных вод и сброс их в поверхностные водотоки;

-загрязнение воздушного бассейна пылью и вредными газами.

По существу, все техногенное воздействие подземного выщелачивания ограничено рудовмещающими водоносными пластами, где природные пластовые воды при эксплуатации замещаются рабочими продуктивными растворами, которые по окончании добычи металла трансформируются в так называемые «остаточные». И те, и другие отличаются высокой кислотностью или щелочностью, а также повышенными концентрациями урана (в рабочих растворах промышленными, в остаточных непромышленными) и целого ряда элементов-спутников (селена, ванадия, вольфрама молибдена и др.).

Такое, казалось бы, интенсивное техногенное воздействие на рудовмещающий водоносный горизонт во многих случаях не создаёт никакой дополнительной экологической опасности, поскольку на участках инфильтрационных месторождений подземные воды и в естественных условиях являются изначально заражёнными, по существу, тем же комплексом элементов (уран, селен, ванадий, молибден). Это обусловливает их непригодность для использования в хозяйственно-питьевых целях.

Кроме того, нередко пластовые воды рудовмещающих горизонтов имеют повышенную или высокую естественную минерализацию, что также делает невозможным их практическое использование. На подобных объектах (например, на Долматовском месторождении в Западной Сибири) рудовмещающий горизонт сам по себе оценивается как перспективный пласт-коллектор для экологически безопасного подземного захоронения жидких промышленных отходов. При подземном выщелачивании захоронение остаточных растворов на таких объектах осуществляется как бы автоматически.

Диапазон гидрогеологических условий рудовмещающих водоносных горизонтов может быть достаточно широким: от горизонтов, пригодных для использования в качестве пластов-коллекторов промстоков и потому не требующих специальных предупредительных и восстановительных мероприятий при отработке приуроченных к ним рудных месторождений подземным выщелачивании, до горизонтов, содержащих подземные воды, пригодные для хозяйственно-питьевых целей. В последнем случае отработка месторождений допускается при определённых ограничительных условиях, а иногда может быть вообще признана не целесообразной.

Примерами месторождений с гидрогеологическими условиями первого типа являются Долматовское в Западной Сибири, Мынкудук в Казахстане и др. Близкими ко второму крайнему типу гидрогеологическими условиями характеризуются небольшие месторождения в палеодолинах Украины.

Необходимо отметить, что уже упоминавшаяся особенность гидрогеологического режима эксплуатации месторождений подземным выщелачиванием – некоторый отрицательный дебаланс закачных и откачных растворов – препятствует сколько-нибудь значительному растеканию растворов за контуры отрабатываемых блоков в процессе отработки. Расстояние, на которых отмечалось присутствие рабочих растворов за контурами отработки, изменялись от десятков до 100 – 150 м. Вследствие этого в период отработки, длительность которого для отдельных блоков не превышает 3 – 5 лет, эксплуатационные системы подземного выщелачивания даже в эксплуатируемых для водоснабжения водоносных горизонтах не представляют практической опасности по отношению к водозаборам, удаленным от них на расстояния более 1,5 – 2 км. Тем не менее в таких случаях при проектировании отработки совершенно обязательным являются гидродинамический и миграционный прогнозы взаимодействия водозаборов и участков выщелачивания. Потенциально более опасна в подобных условиях ситуация, создающаяся по окончании отработки месторождения, когда эффект отрицательного дебаланса перестаёт оказывать сдерживающее и ограничивающее влияние на ореол остаточных растворов.

Целью мониторинга окружающей среды на действующих предприятиях по добыче урана методом подземного скважинного выщелачивания является обеспечение достоверной информацией о воздействии предприятия на окружающую среду и возможных изменениях при неблагоприятных или опасных ситуациях.

Система мониторинга ориентирована на организацию наблюдений, сбора данных, проведения анализа, оценки воздействия предпри-

ятия на состояние окружающей среды с целью принятия своевременных мер по предотвращению, сокращению и ликвидации отрицательного воздействия данного предприятия на окружающую среду.

Программа мониторинга включает следующие основные направления:

- контроль выбросов в атмосферный воздух;
- контроль за состоянием подземных вод;
- контроль за загрязнением почв и грунтов отходами производства и потребления.

6.3.1. Оценка воздействия на природную среду

Воздействие на атмосферный воздух

Воздушная среда (атмосфера) подвергается радионуклидному и химическому воздействию добычного и перерабатывающего комплексов. В таблице 6.3.1 приведены фоновые характеристики атмосферы.

Таблица 6.3.1

Фоновые характеристики атмосферы (на территории южного Казахстана)

№ п/п	Характеристика	Величина
1.	Коэффициент стратификации атмосферы, А	200
2.	Коэффициент рельефа местности (перепад высот 50м на 1 км)	1
3.	Средняя максимальная температура наружного воздуха июля, T^oC	+43
4.	Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее холодного месяца, T^oC	-35
5.	Роза ветров, %	
	север	7
	северо-восток	18
	восток	36
	юго-восток	9
	юг	5
	юго-запад	7
	запад	11
	северо-запад	7

№ п/п	Характеристика	Величина
6.	Скорость ветра (U), повторяемость превышение которой составляет 5% (по средним многолетним данным), 3,8-4,6 м/сек.	-

В целом климатические условия района создают благоприятные условия для рассеивания загрязняющих воздух веществ.

Обобщенный объем выбросов загрязняющих веществ на одном из предприятий приведен в таблице 6.3.2 с учетом класса опасности.

Таблица 6.3.2

Обобщенный объем выбросов загрязняющих веществ
(данные ОАО «Волкогеология»)

Код загрязняющего вещества	Наименование вещества	ПДК максимально разовая, мг/м^3	ПДК среднесуточная, мг/м^3	Класс опасности	Выброс вещества, М, т/год	Значение категории опасности вещества (М/ПДК)*а
0337	Углерода оксид	5	3	4	123,6	37,1
0401	Углеводороды	1		4	22,84	20,6
0328	Сажа	0,15	0,05	3	7,60	152,0
0184	Свинец		0,0003	1	0,022	124,7
0703	Бенз(а)пирен		0,1	1	0,000167	0,0028
0302	Кислота азотная	0,4	0,15	2	0,009596	0,0832
-	Уран		0,0032	1	0,000032	0,017
	Вещества, обладающие эффектом суммарного вредного воздействия					
0301	Азота диоксид	0.085	0,04	2	22,13	719,2
0330	Ангидрид сернистый	0.5	0,05	3	10,64	212,8
0322	Кислота серная	0,3	0,1	2	0,045844	0,596
1	2	3	4	5	6	7
	Суммарный коэффициент опасности при категории опасности=3					1267,1
	в том числе					
	по добычному комплексу					195,1

	по производственной зоне					0,7
	по вспомогательной зоне					53.5
	вне объекта					1017,8

Воздействие на подземные воды

Подземное выщелачивание связано с введением в продуктивный водоносный горизонт химических реагентов и поэтому непременно сопровождается изменением гидрохимической обстановки подземных вод в районе действия технологических скважин. В особенности оно значительно при использовании растворов серной кислоты, когда резко снижается pH среды (с 7 - 8 до 1 - 2) и выщелачиванию, помимо урановых, подвергаются и другие минералы. В первую очередь это относится к карбонатам (в особенности кальциевым), в меньшей мере - к глинистым минералам, сульфидам, слюдам, полевым шпатам и другим, наиболее устойчив к выщелачиванию кварц.

Таким образом, основная операция при извлечении урана из руд, а именно выщелачивание, определяет состав получаемых продуктивных растворов. В зависимости от используемого реагента на дальнейшую операцию сорбции урана поступают сернокислые или бикарбонатные растворы, общий компонентный состав которых определяется, как было указано, продуктами сложного химического взаимодействия рудных минералов и вмещающих пород с выщелачивающим реагентом. Одновременно, состав продуктивных растворов зависит и от применяемого метода десорбции урана, так как при контакте ионообменной смолы с технологическим раствором происходит вытеснение анионов элемента, например нитрат-ионов при нитратной схеме десорбции.

При сернокислотном выщелачивании в продуктивный раствор переходят уран, большая часть первоначально находившихся в породе кальция и магния, до 10% железа и около 5% алюминия. В таких растворах фиксируются устойчивые содержания марганца (130-300 мг/л), магния (400-600 мг/л), алюминия (500-1500 мг/л), кальция (500-600 мг/л), железа (II) до 1000 мг/л, железа (III) до 450 мг/л, SiO_2, радионуклидов и микроэлементов Zn, Cu, Ni, Se, Be, V, Co, Cr, Ti и т.п.

Содержания в песчано-глинистых отложениях твердых компонентов, продуцирующихся в технологические растворы, обычно составляют (%): Al_2O_3 = 4,8 - 6,9; $Mn0_2$ = 0,1 - 0,2; CaO = 0,5 – 1,0; MoO

= 0,2 - 0,9; FeO =0,2 -0,5; Fe_20_3 = 0,7 - 1,5; Cu (II) = 0,01; Zn = 0,005; Co = 0,006 – 0,01 и т.д.

Для примера масштабности процесса приведем такие цифры: с площади ячейки ПВ размером около 5000 $м^2$, приходящейся на одну откачную скважину при эффективной мощности горизонта в 20 м из одного порового объема может быть переведено в раствор 42 т алюминия, 6 т марганца, 22 т магния, 23 т кальция. Кроме этого в раствор перейдет ряд тяжелых металлов, таких как бериллий, мышьяк, свинец, медь, цинк, кадмий, кобальт, хром и др. Однако низкие (в основном меньше 0,01%) исходные содержания этих металлов в урановорудных залежах определяют и незначительные их концентрации в растворах ПВ. Так, например, концентрации этих металлов в растворах на месторождениях Карамурунского рудного района следующие, мг/л: Be = 0,01 – 0,87; As = до 0,2; Pb = 0,07 – 1,7; Cu = 0,1 - 0,8; Zn = 1,7 - 6.9; Cd до 0,1; Co до 2,9; Cr до 0,8. Тем не менее, изучение поведения и учет концентраций перечисленных компонентов при подземном выщелачивании является обязательным природоохранным мероприятием.

Изменения химического состава подземных вод рудовмещающих горизонтов, вносимые ПСВ, иллюстрируются в таблице 6.3.3.

Таблица 6.3.3

Химический и радиохимический составы природных подземных вод и остаточных растворов (сернокислотная схема)
(по данным Язикова и др., 2001)

№ п/п	Среда Компоненты	Содержания, мг/л			
		Природные воды в Кызылкумской провинции	Природные воды в Сырдарьинской провинции	Остаточные растворы	ПДК (ГОСТ 2874-82) «Вода питьевая»
1.	Общая минерализация	2230-5900	570-1000	14000-30000	1000
2.	$S0_4^{2-}$	701 - 2060	125-500	7000-17000	500
3.	$N0_3^-$	н.о.	5.0	65-300	45
4.	$Fe_{общ.}$	0.03-1.3	0.03-0.16	до 1500	0.3
5.	Al^{3+}	0.05-0.23	0.005-0.05	до 1600	0.5
6.	Be^{2+}	0.00002-0.06	0.00002	0.01-0.87	0.0002
7.	$As^{3+, 5+}$	0.005	0.002-0.005	0.1-1.6	0.05
8.	Pb^{2+}	0.0005-0.05	0.006-0.360	0.02-1.65	0.03

№ п/п	Среда Компоненты	Содержания, мг/л			
		Природные воды в Кызылкумской провинции	Природные воды в Сырдарьинской провинции	Остаточные растворы	ПДК (ГОСТ 2874-82) «Вода питьевая»
9.	Cu^{2+}	0.01	0.01	0.1-0.7	1.0
10.	Zn^{2+}	0.1	0.1-0.330	2.4-7.0	5.0
11.	Hg^{2+}	0.002	0.002	-	0.0005
12.	Cd^{2+}	0.001-0.0016	0.001	0.03-0.2	0.001
13.	Sr^{4+}	2-15	0.9-3.4	9-21	7.0
14.	Cl^{+}	511-1970	77-170	до 3000	350
15.	Co^{2+}	0.001-0.01	0.001-0.003	0.7-2.9	1.0(0.01)
16.	Mn^{2+}	0.01-0.4	0.01	15-170	0.1
17.	Cr^{3+}	0.06	0.06	0.76-5.1	0.5(0.1)
18.	pH	7.0-8.2	7.0-8.2	1.5-3.0	6.0-9.0
19.	U^{6+}	0.0003-4.4	0.0002-12.0	до 20	1.7
20.	Ba^{2+}	0.1-0.4	0.4	-	0.1
21.	Mo^{2+}	0.01-0.06	0.001-0.011	0-31.5	0.25
22.	Se	0.0001-0.017	0.0001-0.158	0.05-5.0	0.001
23.	Ni	0.01	0.01	0.01	0.09-0.4
24.	^{226}Ra, Ки/л	$1*10^{-13}$-$7.6*10^{-10}$	$1*10^{-13}$-$1.64*10^{-13}$	$2\ 10^{-10}$-$5*10^{-9}$	$5.4*10^{-11}$
25.	^{230}Th, Ки/л	$(150- 2200)*10^{-10}$	-	до $3*10^{-8}$	$2.2*10^{-11}$
26.	^{210}Po, Ки/л	$2.8*10^{-13}$-$1.3*10^{-10}$	-	до $5*10^{-9}$	$3.8*10^{-10}$
27.	^{210}Pb, Ки/л	$(1.2-18)*10^{-11}$	-	$(12-29)*10^{-11}$	$7.7*10^{-11}$

Общая минерализация растворов в центральной части техногенного ореола определяется также и концентрацией закачиваемого реагента, составляя при сернокислотном выщелачивании обычно 15-25 г/л. К периферии ореола она снижается и достигает фоновых значений. Величина pH изменяется от нейтральных значений на границе ореола до 1-2 в средней его части. При карбонатном выщелачивании в подземные воды рудовмещающих горизонтов поступают преимущественно ионы аммония, бикарбоната, хлора, отчасти сульфата, бериллия, мышьяка, селена, радия-226, тория-230, радона-222.

Реакция среды становится слабощелочной. При использовании бикарбонатного реагента, оказывающего более селективное воздействие на урановые руды, по сравнению с кислотным выщелачиванием, коли-

чество поступающих в техногенные воды компонентов сокращается. Однако, несмотря на это, карбонатное выщелачивание нельзя признать экологически менее вредным, поскольку в этом процессе в раствор переходят значительные объемы радия, нередко селена, обладающих большой миграционной способностью в щелочной среде. Так, опыт эксплуатации месторождений в США по карбонатной схеме показал, что серьезную проблему при последующем восстановлении горизонтов представляет очистка их от аммония и радия. Последний даже приходится переводить в твердое состояние и хранить в виде радиоактивных отходов неопределенное время.

При работе участков ПСВ в сбалансированном режиме граница ореола технологических растворов определяется положением внешних линий их тока, которые выходят из крайних закачных скважин, огибают участок с флангов и подходят к боковым откачным скважинам. Значительного его распространения при правильной работе полигонов обычно не бывает как за счет стабилизирующегося во времени гидродинамического режима участка, так и возникающего по его периферии сильного кислотно-щелочного барьера, в области которого проницаемость водоносного горизонта заметно снижается. Максимальное удаление границы техногенного ореола от геометрического контура промышленного участка, например, с сетью скважин 25х50 м составляет около 50-80 м.

Таким образом, на промышленных полигонах ПСВ размер техногенного ореола определяется в первую очередь площадью отрабатываемой рудной залежи. Нарушение баланса растворов в сторону откачки над закачкой или наоборот соответственно незначительно уменьшает или увеличивает его размеры в пределах ±50 м.

Наряду с выше указанными проблемами, существует также ряд геоэкологических проблем загрязнения подземных вод, которые связаны в первую очередь за счет буровых работ: эксплуатационно-разведочное бурение с целью уточнения морфологии рудных залежей; сооружение эксплуатационных (технологических) скважин двух видов - 1) закачные – скважины, в которые закачивают серную кислоту 2) откачные – скважины, из которых откачивают рудосодержащий раствор, а также технологического процесса: стадия закисления - заполнение порового пространства рудоносного горизонта выщелачивающим раствором с заданными свойствами, который переводит «связанный» уран в растворимую форму. Время протекания процесса несколько месяцев. Стадия заканчивается появлением в продуктивных растворах устойчивых содержаний урана. Стадия добычи - процесс подземного скважинного сернокислотного выщелачивания урана, подъём продуктивных обогащённых ураном

растворов на поверхность и их транспортировка на последующую переработку с целью извлечения металла (рис. 6.3.4).

В процессе отработки методом подземного выщелачивания используется раствор серной кислоты 20 г/л на начальной стадии, 2 г/л на конечной стадии и 0,5 г/л после отмывки. При этом содержание сульфата после отмывки остается высоким и равным примерно 5 г/л, что в 2 раза превышает естественную концентрацию сульфата. Таким образом, если не снизить дополнительно сульфатность, то сульфатное пятно будет двигаться и растекаться по площади, стремясь снизиться по концентрации до естественной.

Для того, чтобы снизить отрицательное воздействие на водоносный горизонт на завершающей стадии отработки выполняется отмывка, т.е. выщелачивающие растворы не подвергаются дополнительному подкислению.

Воздействие на почвы

Основными источниками загрязнения поверхностного слоя почв являются:

- пыль, разносимая ветровой эрозией с разбитых внутриблочных полевых дорог;
- разливы выщелачивающих и продуктивных растворов в результате переливов закачных скважин, разгерметизации соединений и разрывов трубопроводов. Глубина проникновения в почву загрязняющих компонентов составляет 40 см (в отдельных случаях до 1м);
- утечка технологических растворов при аварийных разрывах трубопроводов;
- проливы растворов и взвесей при чистке технологических скважин.

В местах пролива растворов поверхность земли может загрязняться сульфатами и естественными радионуклидами уран-радиевого ряда.

Почвенный слой будет полностью нарушен на площади, занятой производственной и вспомогательной зонами. Благодаря асфальтовому покрытию и гидроизоляции особо опасных объектов (пескоотстойников, цеха переработки продуктивных растворов и склада ГСМ с автозаправочной), снижается степень химического и радионуклидного воздействия на почвы.

На добычном комплексе механическим нарушениям подвергается до 10% почв в результате проходки и строительства скважин, проложения грунтовых дорог. Радионуклидное и химическое

загрязнение почв возможно также за счет нарушения целостности запорных устройств и трубопроводов. На глубину загрязнение распространяется до 1м в зависимости от состава почв и грунтов.

Для снижения радионуклидного и химического загрязнения почв и почво-грунтов, кроме технических средств по предупреждению, локализации и своевременному предотвращению аварийных ситуаций, используется устройство ловушек из гашеной извести для перехвата растворов (продуктивных, выщелачивающих) при авариях на трубопроводах и запорных механизмах.

Радиоактивные технологические отходы

Дополнительно к загрязненным грунтам добавляются отходы, образуемые в производственной зоне. К ним относятся разрушенные смолы, радиоактивные отходы в виде зараженного металлолома и шлам пескоотстойников (рис. 6.3.5.).

6.3.2. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

Общие работы по мониторингу на предприятиях проводятся службами ТБ и радиационной безопасности. Контроль за выбросами производится путем прямых измерений по план-графику. Отбор проб воздуха производится в рабочих зонах установки, непосредственно у технологических карт и сорбционных колонн в цехе переработки продуктивных растворов. При этом фоновые концентрации воздуха на пары серной кислоты устанавливают за один месяц до пуска процесса подземного выщелачивания и завоза реагентов. Частота отбора проб в период пуска 1-го цикла выщелачивания и наладки процесса не менее одного раза в неделю, при дальнейшей эксплуатации при установившемся режиме один раз в месяц. Предусматривается оперативный контроль в период неблагоприятных метеорологических условий и работе дизельного электроагрегата и компрессорной, работающих в аварийном режиме (при отключении электроэнергии).

Перечень вредных химических веществ, контролируемых в окружающей среде и воздухе рабочей зоны наряду с типовыми – оксид углерода, диоксид азота, сажа, ангидрит сернистый, свинец, бенз(а)пирен и другими, также пары кислот серной, азотной и значения по урану.

Кроме того, в воздухе окружающей среды и воздухе рабочей зоны контролируются выбросы и приземные концентрации окислов азота в пересчете на диоксид азота, окислов углерода в пересчете на оксид углерода и оксиды серы в пересчете на ангидрид сернистый.

Отбор проб на границе СЗЗ производится два раза в год (зимой и летом по направлению факелов выбросов. Измерения выполняются в пяти точках: три в зоне факела и две за пределами зоны факелов. Рекомендуемые дни замеров – при пониженном давлении воздуха и умеренном ветре, когда факел выбросов прижимается к земле.

Пробы берутся на окись углерода, окислы азота и окислы серы.

6.3.3. Мониторинг за состоянием подземных вод

Мониторинг за состоянием подземных вод продуктивного горизонта осуществляется по наблюдательным скважинам, пробуренных для контроля горизонтального и вертикального растекания выщелачивающих растворов. Горизонтальное растекание в направлении естественного потока подземных вод будет контролироваться в 3 раза чаще, чем в направлении обратном естественному потоку. Аналогично, подрудные горизонты будут контролироваться в 3 раза чаще, чем надрудные, так как вероятность загрязнения нижнего подгоризонта выщелачивающими растворами наиболее вероятна.

Плотность сети наблюдательных скважин, с учетом 20-го летнего опыта работ специалистов ОАО «Волковгеология» на полигонах ПВ Шу-Сарысуйской и Среднесырдарьинской урановорудной провинций, предусматривает размещения 5-и наблюдательных скважин по профилю с интервалом 400 м вкрест простирания рудного тела. Общее количество наблюдательных скважин может составить от 270 до 285.

За счет разряжения наблюдательных скважин на надрудный горизонт и в направлении обратном естественному потоку могут быть пробурены наблюдательные скважины на непродуктивные водоносные горизонты от 70 до 76.

В производственной и вспомогательной зонах требуется бурение наблюдательных скважины на грунтовые воды.

В случае обнаружения выхода загрязненных вод за пределы внешнего контура наблюдательных скважин, т.е. обнаружения превышения концентраций контролируемых компонентов (химических или радиоактивных) в 3 раза по сравнению с фоновыми содержаниями (измеренными в этих же скважинах до начала закисления), рассматривается вопрос дополнительного числа наблюдательных скважин.

Убедительным и наглядным представляется материал мониторинга по 13-летним наблюдениям за процессом самовосстановления водоносного горизонта на примере месторождения Ирколь в Казахстане (Язиков и др., 2001). Здесь на глубине 450 м был проведен в течении двух с половиной лет полномасштабный опыт по сернокислотному

ПСВ. С полигона было добыто 51 т урана до степени его извлечения из руд 80%. После чего с 1985 по 1997 год каждые полгода проводилось систематическое опробование сохранившихся технологических и наблюдательных скважин, с определением концентрации в растворах значительного числа компонентов.

Основные параметры отработки опытного полигона (Yazikov, Zabasnov, 2000):

Площадь рудной залежи, $м^2$..... 7490
Площадь линзы остаточных растворов в границах
с общей минерализацией > 1, $м^2$..... 19500
Количество горнорудной массы (ГРМ), тыс. т..... 185
Запасы урана, т..... 66,6
Температура подземных вод, °С..... 40
Извлеченные запасы, %..... 80
Продолжительность отработки, сут..... 870
Число эксплуатационных скважин, шт..... 13
Сеть расположения эксплуатационных скважин, м….. 25 х 50
Средняя концентрация кислоты в рабочих растворах, г/л.... 13,0
Объем закачанных растворов, тыс. $м^3$..... 298,5
Общий расход серной кислоты, т..... 3880
Ж: Т (к концу опыта)..... 1,47
Удельный расход кислоты, кг/т ГРМ..... 19,1

Результаты наблюдений отражаются поведением во времени основных, наиболее долгоживущих элементов-продуктов выщелачивания, собственно урана и изменением кислотной обстановки в бывшей области процесса. Исходные их концентрации и значения на момент окончания добычи были следующими:

сульфаты - 6900 мг/л;
нитраты - 360 мг/л;
pH-2.5;
уран - 57 мг/л;
общая сумма солей - 15300 мг/л.

Практически полное самовосстановление остаточных растворов по основным элементам, таким как сульфат-ион (рис. 6.3.1.; 6.3.2), нитрат-ион, сумма солей, включающая железо, алюминий, магний, группу тяжелых металлов, а также радионуклидов уран-радиевого ряда, произошло в течение 13-ти лет. pH среды за это время повысился до 7.5-8.0, окислительно-восстановительный потенциал снизился до уровня фоновых значений.

Таким образом, область водоносного рудовмещающего горизонта площадью около 20000 квадратных метров за этот период времени практически вернулась в свое исходное гидрогеохимическое состояние. Характерно, что как и на всех наблюдаемых полигонах ПВ остаточные растворы за 13 лет практически не мигрировали по направлению естественного потока подземных вод, скорость которого на месторождении составляет 5-7 м/год. Единственным, достаточно существенным недостатком описанного процесса является его экстенсивность, когда для достижения фонового химического состава подземных вод требуются годы и даже десятки лет.

6.3.4. Мониторинг за загрязнением почв

На период эксплуатации предприятия специальные нормативы на загрязнение почвы не установлены. Тем не менее, с целью сокращения затрат на рекультивационные работы, а также уменьшения неконтролируемого облучения персонала и населения, предусматривается постоянное поддержание суммарной активности грунтов на уровне, отвечающем нормативным требованиям (п.5.9.4. СНП-ПВ-99):

- в слое от 0 до 25 см превышение естественного фона не более, чем на 1 200 Бк/кг в среднем по участку; и
- в слоях 25-50, 50-75 и 75-100 см превышение естественного фона не более, чем на 7400 Бк/кг в среднем по участку.

Кроме того, с этой целью предусматривается поддержание среднего значения мощности дозы внешнего гамма-излучения на уровне, не превышающем естественный фон более, чем на 30 мкР/час по всей площади участка. В отдельных локальных точках (не более 20%) – могут допускаться превышения, но не более 60 мкР/час над естественным фоном.

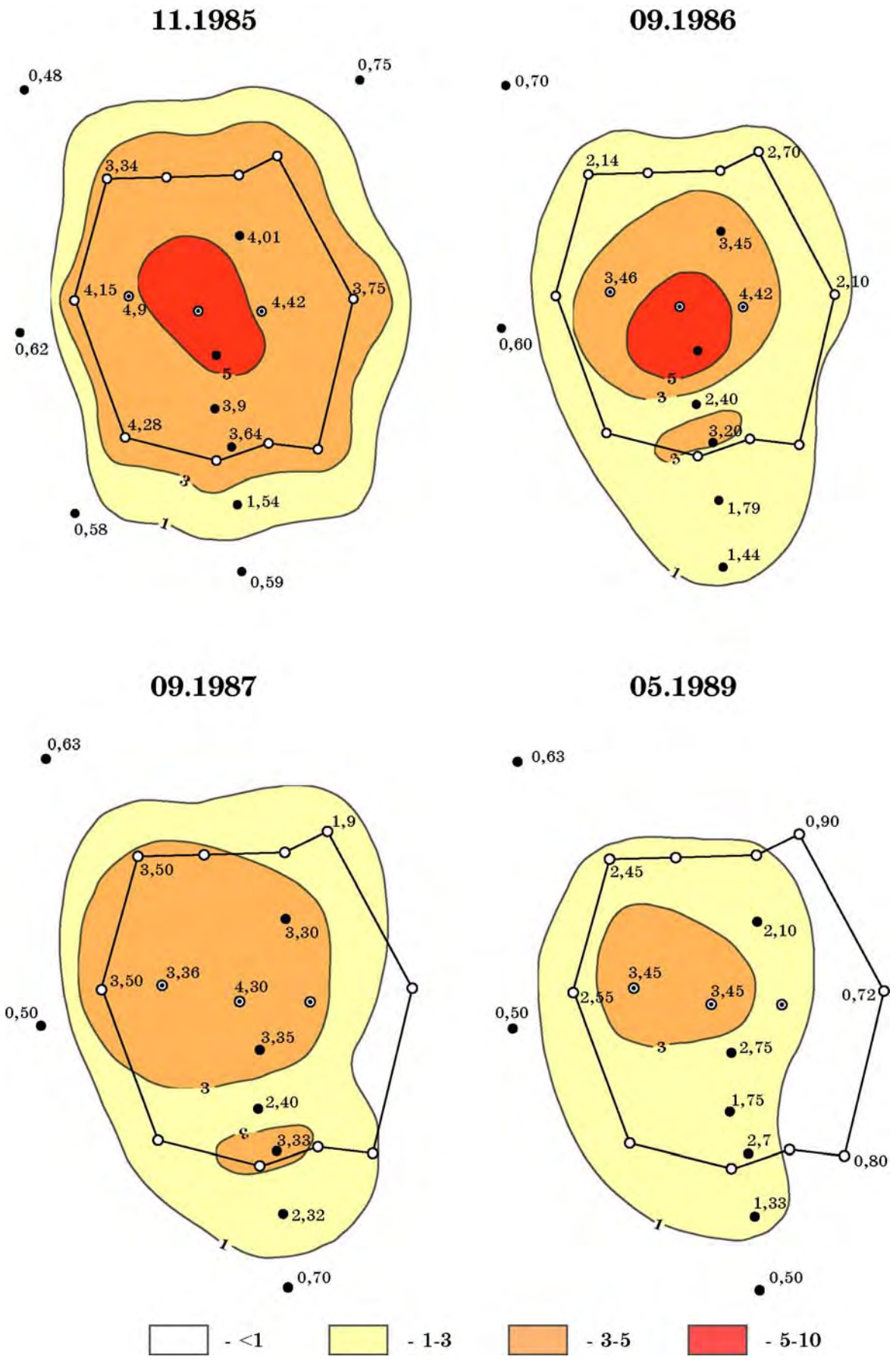


Рис. 6.3.6. Результаты наблюдений за процессом самовосстановления водоносного горизонта на месторождении Ирколь (Казахстан) по содержанию SO_4^{2-}, г/л (Язиков и др., 2001).

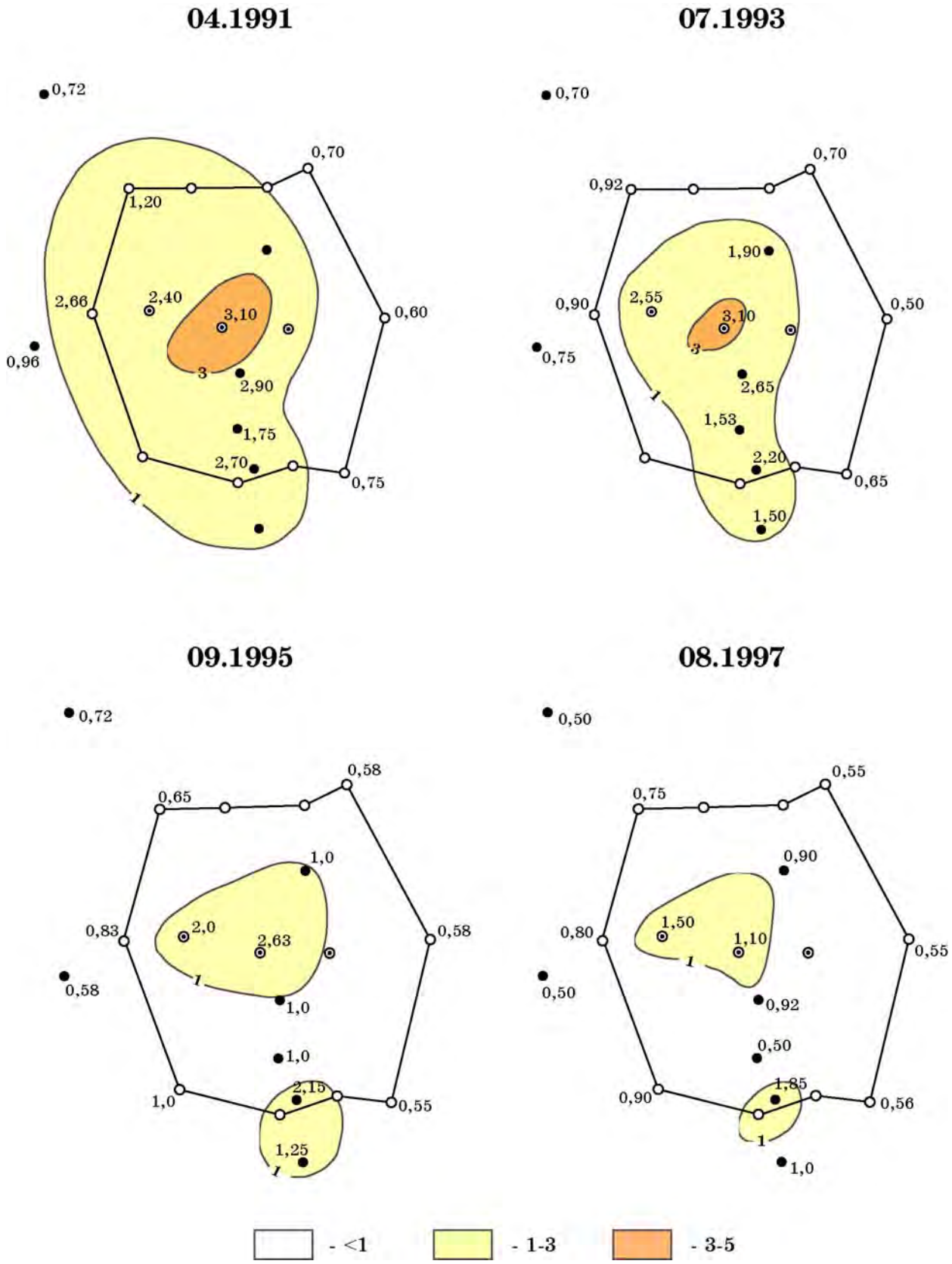


Рис. 6.3.7. Результаты наблюдений за процессом самовосстановления водоносного горизонта на месторождении Ирколь (Казахстан) по содержанию $S0_4^{2-}$, г/л (Язиков и др., 2001).

Земли, расположенные вдоль линейных объектов (трубопроводов, канав и траншей, шоссейных и грунтовых дорог, ж/д путей), также должны удовлетворять вышеуказанным требованиям.

Оценка загрязнения на территории санитарно-защитной зоны и промплощадки производится 1 раз в год на основе данных пешеходной гамма-съемки. Сеть съемки 100х100 м. При этом выполняется непрерывное прослушивание во время перехода с точки на точку (для обнаружения локальных аномалий, которые могут быть пропущены рядовыми измерениями). По всем выделенным аномалиям производится детальная съемка (сеть 1х1м). На территории полигона в площадь съемки обязательно включаются ряды скважин и трубопроводы, а также междурядное пространство.

Если при гамма-съемке на почве обнаруживается значительное число точек (более 20%), где превышен контрольный уровень (30 мкР/ч над фоном), то принимаются меры к сбору и удалению загрязненной почвы. Эти же меры применяются к почвам, активность которых превышает фон на 60 мкР/ч.

6.3.5. Мониторинг загрязнения оборудования и транспорта

Мониторинг выходного контроля загрязненного оборудования и транспорта обеспечивает нераспространение радиационного загрязнения за пределы участка работ. Оно достигается путем соблюдения не превышенний допустимых (контрольных) уровней загрязнения поверхностей спецавтомобилей и упаковочных комплектов, в которых перевозится готовый продукт, а также оборудования, вывозимого с территории промплощадки.

Работы данного направления включают: оценку поверхностного радиоактивного загрязнения транспорта, оборудования и цистерн для перевозки готового продукта.

Выезд и вывоз за пределы промплощадки запрещается, если транспортные средства, упаковочные комплекты и оборудование характеризуются наличием:

- нефиксированного радиоактивного загрязнения на доступной поверхности, усредненного по площади 300 $см^2$, уровень которого превышает 4 $Бк/см^2$ для бета- и гамма-излучаетелей и альфа-излучателей низкой токсичности и 0,4 $Бк/см^2$ для всех других альфа-излучателей;
- фиксированного радиоактивного загрязнения на доступной поверхности, усредненного по площади 300 $см^2$, уровень которого превышает 40000 $Бк/см^2$ для бета- и гамма-излучателей и альфа-излучателей низкой токсичности и 4000 $Бк/см^2$ для всех других альфа-излучателей;

- нефиксированного радиоактивного загрязнения плюс фиксированного радиоактивного загрязнения на недоступной поверхности, усредненного по площади 300 $см^2$, уровень которого превышает 40000 $Бк/см^2$ для бета- и гамма-излучателей и альфа-излучателей низкой токсичности и 4000 $Бк/см^2$ для всех других альфа-излучателей.

Нефиксированное загрязнение поверхности контролируется способом мазков по методике, приведенной в ПБТРВ-73.

Для определения уровней фиксированного и общего радиационного загрязнения предусмотрено использование прибора ДРБП-3 с блоками детектирования БДБА-02, БДГ-01 или ПРЗАБ-01-"Соло".

Основная терминология на английском языке

Безопасность радиационная - Radiation safety
Безотходная технология - Non-waste technology, wasteless technology
Браконьерство - Poaching
Влагоемкость горной породы - Rock moisture capacity
Вмещающая порода - Country rock, host rock
Водозабор - Water withdrawal, water intake
Водопроницаемость горной породы - Rock permeability
Водоносный горизонт - Aquifer
Воды артезианские - Artesian water
Воды минерализованные - Mineralized water, saline water
Воды подземные - Ground water, Subsurface water
Воздействие на природу прямое - Direct impact on the nature
Вскрышные породы - Stripping rock, over burden
Выброс аварийный - Emergency pollution, accidantial waste pellase
Выпадение радиоактивное - Radioactive precipitation
Выработки горные - Mine workings
Выщелачивание - Leaching, lixiviation
Геотехнология - Environmentally-sound technology
Добыча полезных ископаемых - Extraction of minerals
Добычной участок - Mining area
Доза - Dose
Дозиметр - Dose meter
Драга - Dradge
Загрязнение радиоактивное - Radioactive pollution
Загрязнение региональное - Regional pollution
Запасы полезных ископаемых - Mineral reserves
Захоронение отходов - Burial of wastes, wastes disposal

Землетрясение техногенное - Man-made earthquake
Ингибитор – Inhibitor
Истощение природных ресурсов - Depletion of natural resources, Determination of natural resources, Exhaustion of natural resources
Карст - Karst
Карьер - Quarry, borrow pit, open pit (mine)
Ландшафт горнопромышленный - Mining landscape
Ландшафт нарушенный - Indisturbed landscape
Ландшафт техногенный - Technogenic landscape
Локализация радиоактивных отходов - Isolation of radioactive waste
Месторождение полезного ископаемого - Mineral deposit
Месторождение техногенное - Anthropogenic deposit
Минерализация воды - Water salinity
Минеральные воды - Mineral water
Нарушение земель - Disturbance of lands
Нефтепровод - Oil or pipeline, petroleum pipeline
Нефтехранилище - Oil storage tank, oil reservoir, oil storage facility
Обвал - Collapse, downfall, failure, caving, cave-in, foundering
Объект рекультивации при открытой разработке - Recultivating open mining site
Оседание грунта - Land subsidance
Осыпь - Talus, hilliside waste, sorec
Отвал - Dump, bing, spoil heap, refuse heap/pile
Отвал внешний - External dump, External spoil heap, outside dump
Отвал внутренний - Internal spoil heap, inside dump
Отвалообразование - Dumping
Отвальный грунт - Dumped rocks
Отвод горный - Mine take, leased tract, moperty
Отложения техногенные - Artificial fille, anthropogenic deposits
Отходы - Waste, refuse, tailings
Отходы промышленные - Industrial waste, factory waste, manufacturing waste, trade waste
Отходы радиоактивные - Radioactive waste
Отходы токсичные - Toxic waste
Очистка - Purification, clean out
Очистные сооружения - Purification facilites, waste treatment faciloties
Подтопление - Waterlogging
Полезное ископаемое - Minerals
Провал - Sink, pit, caving
Просадка поверхности - Subsidence of surface
Проседание грунта - Land subsidence

Пятно нефтяное - Oil spill
Радиация - Radiation
Рекультивация - Recultivation
Рекультивация земель - Recultivation of land
Рекультивация ландшафта - Landscape recultivation
Россыпи - Placers
Россыпи аллювиальные - Alluvial placers
Руда - Ore
Рудник - Mine, pit
Сброс отходов - Waste discharge
Свалка - Rubbish heap
Терриконик - Waste pile, spoil bank, spoil heap
Уничтожение отходов - Waste destruction
Утилизация загрязнителей - Pollutant reutilization
Ущерб - Damage
Ущерб окружающей среде вследствие проведения геологоразведочных и горных работ - Environmental damage from geological exploration and mining
Факел нефтегазовый - Oil-gas torch
Хвостохранилище - Tailings dump
Хвосты – Rejects, tailings
Хранение отходов - Waste storage
Шахта - Mine, pit
Шахтный отвал - Mining dump
Штольня - Adit

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемое учебное пособие является первой и, естественно, недостаточно совершенной попыткой охарактеризовать возможности и необходимый комплекс геоэкологических исследований для мониторинга как отдельных обектов природной среды, так и в целом отдельных отраслей. По мере накопления фактического материала появится возможность многое пересмотреть и дополнить отдельные разделы.

В учебном пособии недостаточно используется зарубежный опыт ведения мониторинга, хотя их лабораторная база довольно хорошо оснащена современной аппаратурой. Так, например, передвижная лаборатория для мониторинга окружающей среды фирмы «PPM-systems» позволяет вести контроль за качеством воздуха и воды. Лаборатория оснащена флуоресцентным анализатором для измерения SO_2, одноканальным хемилюминесцентным анализатором для измерения $NO/NO_2/NO_x$, ультрафиолетовым анализатором озона, датчиком углеводородов без метана и датчиком пыли с источником бета-излучения. Она представляет собой наиболее экономичное решение как на сегодняшний день, так и на перспективу для тех объектов где необходимо осуществлять контроль за качеством воздуха и воды, но нет практической необходимости или достаточных средств для создания стационарной мониторинговой сети.

Данное учебное пособие требует дальнейших дополнений, уточнений и опробации на конкретных объектах. При получении большого фактического материала возможно будет провести дополнительную корректировку видов исследований, сети наблюдений и масштабов работ, а также уточнить пробоподготовку и лабораторные методы анализа.

Авторы надеются, что данная книга будет весьма полезна студентам ВУЗов, слушателям институтов повышения квалификации, специалистам практикам в области охраны окружающей среды при производстве всех видов геологоразведочных работ, добычи и эксплуатации минерально-сырьевых ресурсов.

Все критические замечания и пожелания мы с благодарностью примем по адресу:

634050, г.Томск, пр. Ленина, 30, Томский политехнический университет, кафедра геоэкологии и геохимии.

Тел./ Fax: (3822) 418910, E-mail: pigre@b10.tpu.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агротехнические методы исследований почв. – М.: Наука, 1989.

2. Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири Новосибирск: Наука, 1976.

3. Адам А.М. Эколого-экономические особенности птиц, приуроченных к зоне дорог // Вопросы биологии. - Томск: Изд-во Томского ун-та, 1980.

4. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. – М.: Логос, 2000.-627 с.

5. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. - Л.: Гидрометеоиздат, 1973 .- 269 с.

6. Анданьев С.М., Филипьев О.В. Пылегазовые выбросы предприятий черной металлургии. – М.: Металлургия, 1973. – 199 с.

7. Арну М. Теоретические основы взаимодействия человека и геологической среды // Докл. 27-ог Межд. геол. конгресса. Инж. Геология. С.17. Т.17. – М.: Наука, 1984. С. 3-7.

8. Балин Ю.С., Разенков А.И. Лазерный контроль аэрозольных загрязнений воздушного бассейна индустриальных центров // Оптика атмосферы и океана.-1993.-Т.6, № 2. – С.169-189.

9. Бакиров А.Г. Основы биолокации. Учебное пособие.-Томск: изд-во ТПУ, 2001. - 97 с.

10. Белан Б.Д. и др. Некоторые результаты зондирования промышленных выбросов бортовым лидаром «Макрель-2М // Оптика атмосферы, 1992 .- Т.5, № 2. - С. 186-192.

11. Белов П.С., Голубева И.А., Низова С.А. Экология производства химических продуктов из углеводородов нефти и газа. Учебник для вузов. – М.: Химия, 1991. – 256 с.

12. Березин А.Е. Оценка воздействия на окружающую среду при проектировании объектов нефтегазового комплекса. / Охрана природы: Сборник статей / Под ред. А.Е. Берзина. – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. - С. 51-61.

13. Берзина И.Г. Выявление радиоактивного загрязнения окружающей среды методами радиографии.// Геохимия, 1993, №3. - С. 449-456.

14. Берикболов Б.Р., Каюков П.Г., Морозко В.Б., Панков А.Ю., Юдин С.С. Определение уровней радиационного и химического загрязнения

подземных вод для выработки мер по их очистке в урановорудных регионах. // Геология Казахстана, 1998, №2. - С. 92-102.

15.Берикболов Б.Р., Аубакиров Х.Б., Долгополов В.Ф. Информационно-аналитический обзор, Геология, металлогения, генезис и поиски рудных месторождений на XXXI сессии Международного геологического конгресса.-М.:ЗАО «Геоинформарк», 2001. - С. 52-53.

16.Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнение атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 448 с.

17.Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. - Л.: Химия, 1985. – 528 с.

18.Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Природно-технические системы и их мониторинг // Инженерная геология. 1990. № 5. С.3-9.

19.Методика инженерно-геологических исследований. – М.: Недра, 1986. – 333 с.

20.Булатов А.И., Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. - М.: Недра, 1997. – 483 с.

21.Булатов А.И., Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Справочник-эколога нефтегазодобывающей промышленности по методам анализа загрязнителей окружающей среды. – М.: ОАО «Издательство «Недра»», 1999[1]. – Ч. 1. Вода. – 732 с.

22.Булатов А.И., Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Справочник-эколога нефтегазодобывающей промышленности по методам анализа загрязнителей окружающей среды. –М.: ООО « «Недра-Бизнесцентр», 1999[2]. – Ч. 2. Почва. – 634 с.

23.Буренков Э.К. и др. Многоцелевое геохимическое картирование – основа оценки загрязнения окружающей среды и экологического мониторинга. // Разведка и охрана недр. - 1998. - № 6.

24.Буренков Э.К., Гинзбург Л.Н., Грибанова Н.К. и др. Комплексная эколого-геохимическая оценка техногенного загрязнения окружающей природной среды. - М.: Изд-во «ПРИМА-ПРЕСС», 1997. – 72 с.

25.Василенко В.Н., Назаров И.М. и др. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометиоиздат, 1995. – 185 с.

26.Виноградов Б.В., Орлов В.П., Снакин В.В. Биотические критерии выделения зон экологического бедствия России // Известия АН. Сер. географ. 1993. № 5.

27.Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонтов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. – 280 с.

28.Воробьева А.И., Медведев М.А., Волкотруб Л.П., Васильев Н.В. Атмосферные загрязнения Томска и их влияние на здоровье населения. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1992.-192 с.

29.Гаев А.Я. Гидрогеохимия Урала и вопросы охраны подземных вод. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1989. – 368 с.

30.Гаврилова И.П., Богданова М.Д., Симонова О.А. Опыт площадной оценки степени загрязнения почв России тяжелыми металлами //Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 1995. - № 1.

31.Геннадиев А.Н., Олсон К.Р., Чернянский С.С., Джонс Р.Л., Ланг Д.М., Вуде У.И. Применение метода техногенной магнитной метки для количественно-хронологической оценки механической миграции вещества в почвах (на примере почв курганного поля «Кахокиа», США)/ Геохимия ландшафтов и география почв./Под ред. Н.С. Касимова и М.И. Герасимовой.-Смоленск: Ойкумена, 2002.С.370-388.

32.Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды // Изв. АН СССР, сер. географическая, 1975. № 3. - С. 13-25.

33.Герасимов И.П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей будущей географии мира. – М.: Наука, 1985. – 238 с.

34.Геохимия окружающей среды. / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.:Недра, 1990. – 335 с.

35.Геохимия ландшафтов и география почв./Под ред. Н.С. Касимова и М.И. Герасимовой.-Смоленск: Ойкумена, 2002. – 456 с.

36.Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды // Известия АН СССР. Сер. географ. 1975. № 5.

37.Герасимов И.П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира. – М., 1985.

38.Герасимова А.С., Королев В.А. Проблемы устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям // Гидрогеол. и инж. геол.: Обзор АО / «Геоинформарк». – М., 1994. – 47 с.

39.Гидрогенные месторождения урана: (основы теории образования) / Под ред. А.И. Перельмана. М.: Атомиздат, 1980.-270с.

40.Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. (Печальный опыт России). – Новосибирск, СО РАМН, 2002. – 230 с.

41.Гичев Ю.П. Здоровье человека как основной биоиндикатор в системе экологического мониторинга. Метод. пособие. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского ин-та инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии, 1994. – 17 с.

42.Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов.-Смоленск: Изд-во Ойкумена, 2002. - 288с.

43.Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высш. шк., 1988. – 328 с.

44.Глазовская М.А. Проблемы и методы оценки эколого-геохимической устойчивости почв и почвенного покрова к техногенным воздействиям // Почвоведение. – 1999. - № 1.

45.Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки вещества в биосфере // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. - С. 86-95.

46.Голева Р.В., Куприянова И.И., Сидоренко Г.А. и др. Минералого-геохимические исследования форм нахождения токсичных веществ в природных и техногенных аномалиях для оценки их экологической опасности. Методические рекомендации № 117 НСОММИ. – М.: ВИМС, 1997. - 41 с.

47.Голева Р.В., Дубинчук В.Т., Коровушкин В.В. и др. Формы нахождения токсичных веществ в твердофазных объектах окружающей среды и методы их выявления. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1994. Вып. 3. - С. 52-59.

48.Голева Р.В., Уланова Г.С. Оценка загрязнения воздушной среды по составу пылевых частиц на коре и ветвях древесной растительности. - М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1995. Вып. 2. - С. 32-37.

49.Голодковская Г.А., Елисеев Ю.Б. Геологическая среда промышленных регионов. – М.: Недра, 1989. – 220 с.

50.Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. - Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 247 с.

51.Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. - М.: Недра, 1984. – 362 с.

52.Гриценко А.И., Акопова Г.С., Максимов В.М. Экология. Нефть и газ. – М.: Наука, 1997. – 598 с.

53.Грязнов О.Н., Новиков В.П., Фельдман А.Л. Гидрогеологические и геоэкологические аспекты разработки рудных месторождений горно-складчатого Урала. // Известия вузов. Горный журнал. – 1995. - № 3. – С. 126-129.

54.Дубинчин П.П., Краснов Г.И., Назаров Ю.Л. Техногенные радиоактивные загрязнения территорий нефтепромыслов и методика их оперативного обследования (на примере Прикаспийского нефтяного региона). // Геология Казахстана, 1998, №2. - С. 103-106.

55.Евсеева Н.С., Земцов А.А. Рельефообразование в лесоболотной зоне Западно-Сибирской равнины. - Томск: Изд-во Томского ун-та, 1990.

56.Емельянов А.Г. Комплексный геоэкологический мониторинг. Учебное пособие. –Тверь: Твер. гос. ун-т, 1994. – 88 с.

57.Епишин В.К., Трофимов В.Т. Литомониторинг – система контроля и управления геологической средой // Теоретические основы инж. Геол. Социально-экономические аспекты / Под ред. акад. Е.М. Сергеева. - М.: Недра, 1985. - С. 243-250.

58.Ермохин А. И., Рихванов Л. П., Язиков Е. Г. Руководство по оценке загрязнения объектов окружающей природной среды химическими веществами и методы их контроля. Учебное пособие.-Томск: изд.ТПУ, 1995.-96с.

59.Ефремов Г.Ф., Юдин С.С. Масштабы загрязнения природных вод естественными радионуклидами и их связь с особенностями геологии и климата Республики Казахстан. // Геология Казахстана, 1998, №2. - С. 117-122.

60.Захаров В.М., Чубинишвили А.Т. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях. - М.: Центр экологической политики России, 2001. – 147 с.

61.Захаров Ю.Ф., Хасанов М.Ф. Инженерно-геологические условия нефтегазоносных районов северного Зауралья. - М.: Наука, 1981.

62.Зилинг Д.Г. Оценка региональных изменений геологической среды платформенных территорий, вызываемых деятельностью горно-добывающих предприятий // Инженерная геология сегодня: теория, практика, проблемы. – М.: Изд-во МГУ, 1988. С. 269-281.

63.Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Справочник в 6 кн./ Под ред. Э.К. Буренкова. – М.: Экология, 1997. – кн. 6: Редкие элементы. – 607 с.

64.Израэль Ю.А., Гасилина Н.К., Ровинский Ф.Я. Мониторинг загрязнения природной среды. –Л.: Гидрометеоиздат. 1978. –560 с.

65.Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. - Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 560 с.

66.Ильин В.Б. Система показателей для оценки загрязненности почв тяжелыми металлами // Агрохимия. – 1995. - № 1.

67.Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. - М.: Высшая школа, 1991. – 271 с.

68.Кабанов М.В. Региональный мониторинг атмосферы.Ч.1. Научно-методические основы / Под ред. В.Е. Зуева. – Томск: изд-во «Спектр» института оптики атмосферы СО РАН, 1997. - 211 с.

69.Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

70.Камышев А.П. Методы и технологии мониторинга природно-технических систем Севера Западной Сибири / Под ред. А.Л. Ревзона. М.: ВНИПИГАЗДОБЫЧА, 1999.-230 с.

71.Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 184 с.

72.Каюков П.Г., Вятченникова Л.С., Морозко В.Б. Прогноз воздействия на окружающую среду полигонов добычи урана // Вестник НЯЦ РК, 2000. Вып. 3. – С. 41 - 47.

73.Кесельман Г.С., Махмудбеков Э.А. Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа. - М.: Недра, 1981. – 256 с.

74.Кирюхин В.А., Коротков А.И., Шварцев С.Л. Гидрогеохимия: Учеб. Для вузов. –М.: Недра, 1993.-384с.

75.Кирюхин В.К., Мелькановицкая С.Г., Щвец В.М. Определение органических веществ в подземных водах. – М.: Недра, 1976. – 190 с.

76.Классификация и диагностика почв СССР. - М.: Колос, 1997.

77.Клубов С.В., Прозоров Л.Л. Геоэкология: русско-английский понятийно-терминологический словарь. – М.: ВНИИзарубежгеология, 1994. – 104 с.

78.Ковалевский А.Л., Ковалевская О.М. О возможности использования полевых методов озоления проб растений при биогеохимических исследованиях / Микроэлементы в Сибири. - Улан-Удэ: Бурят. Книж. Изд., 1967. Вып. 5. - С. 112-122.

79.Ковалевский А.Л. Биогеохимия растений.-М.: Наука, 1991.-293 с.

80.Количественные методы в почвенной зоологии. – М.: Наука, 1987.

81.Коровушкин В.В. ЯГР-спектроскопия в практике геолого-минералогических работ. - М.: ЗАО Геоинформмарк, 1993. - 39 с.

82.Королев В.А. Мониторинг геологической среды: Учебник /Под редакцией В.Т. Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 272 с.

83.Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. – М.: Недра, 1978. – 350 с.

84.Крутовский А.О. Способы повышения эффективности геоэкологического мониторинга при исследовании деформаций берегов рек у населенных пунктов (на примере крупных рек Томской области). Автореферат диссер. … канд. географических наук. – Томск: ТГУ, 2002. – 23 с.

85.Ландшафтно-геохимические основы фонового мониторинга природной среды. / Под ред. М.А. Глазовской, Н.С. Касимова. – М.: Наука, 1989. - 264 с.

86.Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: ВШ, 1998. – 287 с.

87.Летувнинкас А.И. Антропогенные геохимические аномалии и природная среда: Учебное пособие.-Томск:Изд-во НТЛ, 2002. - 290 с.

88.Методика изучения и прогноза экзогенных геологических процессов. – М.: Недра, 1988.

89.Манелис Г.Б., Полианчик Е.В., Фурсов В.П. Энерготехнологии сжигания на основе явления сверхадиабатических разогревов // Химия в интересах устойчивого развития.- 2000. - № 8. – С. 537-545.

90.Мироненко В.А. О концепции государственного гидрогеоэкологического мониторинга России // Геоэкология. 1993. № 1. - С. 19-29.

91.Мироненко В.А., Мольский Е.В., Румынин В.Г. Изучение загрязнений подземных вод в горнодобывающих районах. – М.: Недра, 1988. – 278 с.

92.Мониторинг экзогенных геологических процессов / Тез. Докл. Науч.-техн. Семинара 10-12 июня 1986, Ташкент. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1986. – 224 с.

93.Мотузова Г.В. Почвенно-химический экологический мониторинг. - М.: Изд-во МГУ, 2001. - 85 с.

94.Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Использование сетевых снегосъемок для изучения загрязнения снежного покрова // Метеорология и гидрология. – 1978. - С.74-78.

95.Ольховатенко В.Е., Лазарев В.М. Организация мониторинга природно-техногенных систем в зонах активизации экзогенных геологических процессов. /Техногенная трансформация геологической среды: Матер. Междунар. Научно-практической конф. (Россия, Екатеринбург).- Екатеринбург: Изд-во УГГГА; Изд-во АМБ, 2002. С.208-209.

96.Остроумов Г.В., Голева Р.В. Методика минералого-геохимических исследований при оценке экологических аномалий. // Минеральное сырье, 1997, № 1. С. 213-220.

97.Панин М.С. Химическая экология.: Учебник для вузов / Под ред. Кудайбергенова С.Е. – Семипалатинский государственный университет имени Шакарима.- Семипалатинск, 2002. – 852 с.

98.Панов Г.Е., Петряшин Л.Ф., Лысяный Г.Н. Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. – М.: Недра, 1986. – 244 с.

99.Патент 2133487 (РФ). Способ определения техногенной загрязненности почвенного покрова тяжелыми металлами группы железа (железо, кобальт, никель). Томский политехнический университет; Авторы: Язиков Е.Г., Миков О.А. – Заявл. 08.01.98, №98100689.

100. Патент 2176406 (РФ). Способ определения техногенной загрязненности снегового покрова тяжелыми металлами группы железа (железо, кобальт, никель). Томский политехнический университет; Авторы: Язиков Е.Г., Миков О.А. – Заявл. 17.01.2000, №2000101371.

101. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Высшая школа, 1966. – 391 с.

102. Перельман А.И., Воробьев А.Е. Геохимия горнопромышленных ландшафтов и их систематика // Вестник Московского университета. Серия 5. Географическая.-1994.-№ 12.

103. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б., Плеханов В.Н., Вершков А.Ф., Лухтин В.Ф. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные). Алматы: Гылым, 1995. – 264 с.

104. Петров Н.Н. Шу-Сарысуйская депрессия – новая потенциальная редкоземельная провинция. // Геология Казахстана, 1998, №2. - С. 71-84.

105. Петрова Л.С. Опыт применения метода просвечивающей электронной микроскопии к изучению эпигенетической урановой минерализации в АО «Волковгеология» // Геология Казахстана, 1998, №2. - С. 54-62.

106. Петрова Л.С., Дара А.Д., Чистилин П.Е. Роль точных методов – рентгенофазового и электронно-микроскопического в изучении вещественного состава тонкодисперсных руд // Материалы по геологии урановых месторождений. - М.: 1981. Вып. 67. С. 76-85.

107. Плеханов Г.Ф., Дмитриева Н.Г., Паршина Н.В. Биоиндикационный метод оценки антропогенного загрязнения территории. ./ Охрана природы: Сборник статей / Под ред. А.Е. Берзина. – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. - С. 91-98.

108. Пономарев Г.В. Эколого-географические аспекты использования промысловых животных. – Иркутск, 1990.

109. Попов И.В., Бондарик Г.К., Розовский Л.Б. Задачи и методы долгосрочного прогноза инженерно-геологических условий // Рациональное использование земной коры. – М.: Недра, 1974. С. 51-60.

110. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. – М., 1993.

111. Поцелуев А.А., Архангельский В.В. Дистанционные методы исследования окружающей среды. Учебное пособие для вузов.-Томск: STT, 2001.-184 с.

112. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв: Учеб. пособие / Под ред. Д.С. Орлова, В.Д. Васильевской. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 272 с.

113. Приборы контроля окружающей среды / Манойлов В.Е., Неделин П.Н., Лукичев А.Н. и др. – М.: Атомиздат, 1980. – 213 с.

114. Прикладные и экологические аспекты минералогии. – Звенигород: Московского отделения ВМО, 1991, кн. 1. – 236 с.

115. Прикладные и экологические аспекты минералогии. – Звенигород: Московского отделения ВМО, 1991, кн. 2. – 207 с.

116. Природопользование на северо-западе Сибири: опыт решения проблем / Под ред. проф. В.В. Козина и проф. В.А. Осипова. – Тюмень: Тюм. ГУ – 1996.

117. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. Т.10. – 299 с.

118. Прогноз изменения природных условий Западной Сибири. – М.: изд-во МГУ, 1988.

119. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России / Под ред. В.Ф. Протасова. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.

120. Пуговкин М.М., Румянцев Г.Г., Надоховская Г. А. Геоэкологическое картирование состояния природной среды в рамках комплексного подхода по обоснованию хозяйственной деятельности в проектах ОВОС / Зеленая книга России. / Матер. II Междунар. научно-практического конгресса. Ч.4. - М. - 1994.

121. Ревзон А.Л. Картографирование состояний геотехнических систем. – М.: Недра, 1992. – 223 с.

122. Ревич Б.А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 263 с.

123. Региональный мониторинг атмосферы. Ч.2. Новые приборы и методики измерений: Коллективная монография / Под ред. М.В. Кабанова. - Томск: изд-во «Спектр» института оптики атмосферы СОРАН, 1997. – 295 с.

124. Региональный мониторинг атмосферы. Ч.3. Уникальные измерительные комплексы: Коллективная монография / Под ред. М.В. Кабанова. - Новосибирск: изд-во СО РАН, 1998. – 238 с.

125. Региональные проблемы экологии, географии и картографии почв. Сборник.-Москва-Смоленск: Изд-во СГУ, 1998.-224с.

126. Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. – М.:Недра, 1970. – 448 с.

127. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.

128. Рихванов Л.П., Сарнаев С.И., Язиков Е.Г. Выявление основных источников загрязнения и прогнозирование состояние здоровья населения методами геохимического картирования компонентов

природной среды // Тезисы докладов IV объединенного международного симпозиума по проблемам прикладной геохимии, 7-10 сентября 1994 г. Т.2. - Иркутск, 1994. - С. 88-89.

129. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сарнаев С.И. Содержание тяжелых металлов в почвах. Уч. пособие. - Томск: изд. ТПУ, 1993. – 84 с.

130. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Учеб. Пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 304 с.

131. Рыбальский Н.Г., Малярова М.А., Горбатовский В.В. и др. Экология и безопасность. (Справочник). Т.1. Безопасность человека. Ч.1 / Под ред. Н.Г. Рыбальского. –М.: ВНИИПИ, 1991. – 320 с.

132. Рыбальский Н.Г., Малярова М.А., Горбатовский В.В. и др. Экология и безопасность. (Справочник). Т.1. Безопасность человека. Ч.2 / Под ред. Н.Г. Рыбальского. – М.: ВНИИПИ, 1992. – 442 с.

133. Рыбальский Н.Г., Малярова М.А., Горбатовский В.В. и др. Экология и безопасность. (Справочник). Т.2. Экологическая безопасность. Ч.2 / Под ред. Н.Г. Рыбальского. – М.: ВНИИПИ, 1993. – 320 с.

134. Рыбальский Н.Г., Малярова М.А., Горбатовский В.В. и др. Экология и безопасность. (Справочник). Т.2. Экологическая безопасность. Ч.3 / Под ред. Н.Г. Рыбальского. – М.: ВНИИПИ, 1993. – 389 с.

135. Савилов Е.Д., Колесников С.И., Красовский Г.Н. Инфекция и техногенное загрязнение. – Новосибирск: Наука, 1996. – 192 с.

136. Семячков А.И. Металлы в окружающей среде горно-металлургических комплексов Урала: Научное издание. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2001. – 320 с.

137. Сергеев Е.М. Инженерная геология – наука о геологической среде // Инж. Геология. 1979. № 1. - С. 1-9.

138. Сергеев Е.М., Трофимов В.Т. Влияние человека на литосферу в процессе инженерно-хозяйственной деятельности // Теоретические основы инж. Геол. Социально-экономические аспекты / Под ред. акад. Е.М. Сергеева. – М.: Недра, 1985. - С. 14-27.

139. Соколов В.Е., Павлов Д.С., Ильичев В.Д. Антропогенное воздействие на мигрирующих животных // Всесторонний анализ окружающей природной среды. - Л., 1978.

140. Состояние геологической среды (недр) на территории Томской области в 2001г.: Информационный бюллетень. – Вып. 7. – Томск: Территориальный центр «Томскгеомониторинг», 2002. – 134 с.

141. Таиров О.П., Литвинов Н.Н., Козлова И.Н. Влияние антропогенных изменений окружающей среды на здоровье населения: Итоги науки и техники. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. – М.: ВИНИТИ, 1986. Т. 16. – 190 с.

142. Тарасов В.В., Тихонова И.О., Кручинина Н.Е. Мониторинг атмосферного воздуха – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2000. – 97 с.

143. Теория и методология экологической геологии / Трофимов В.Т. и др. Под ред. В.Т. Трофимова. - М.: Изд-во МГУ, 1887. – 368 с.

144. Трофимов А.М., Гайбутдинов А.М. и др. Экологическая политика государства с особым статусом (концепция устойчивого развития) // Мониторинг. Т.1. 1996. №1. - С. 5-15.

145. Трофимов В.Т., Баулин В.В., Зекцер И.С. и др. Закономерности изменения инженерно-геологических, гидрогеологических и геокриологических условий при интенсивном техногенном воздействии // Проблемы рационального использования геол. среды. – М.: Наука, 1988. С. 37-61.

146. Трофимов В.Т., Королев В.А., Герасимова А.С. Классификация техногенных воздействий на геологическую среду // Геоэкология, 1995. № 5.

147. Тюрин И.В., Герасимов И.П. Почвенная съемка: Руководство по полевым исследованиям и картированию почв. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. - М.: Изд-во АН СССР, 1959.

148. Унифицированные методы анализа вод. Под общей ред. Ю.Ю. Лурье. М.: Химия, 1971. –254 с.

149. Учебно-методическое руководство по радиоэкологии и обращению с радиоактивными отходами для условий Казахстана. - Алматы, 2002. - 304 с.

150. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник. 2-е изд. – М., 1995. – 553с.

151. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. - М.: из-во Мысль, 1972. – 423 с.

152. Хуторский М.Д., Зволинский В.П., Рассказов А.А. Мониторинг и прогнозирование геофизических процессов и природных катастроф: Учебное пособие.-М.: Изд-во РУДН, 1999. – 222 с.

153. Хэллауэл Л.М. Сравнительный отбор методов анализа данных в биологическом надзоре // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. - Л., 1977.

154. Шатилов А.Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика пылевых атмосферных выпадений на территории Обского бассейна. Диссер. … канд. геол.-мин. наук. – Томск: ТПУ, 2001. – 205 с.

155. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. – 366 с.

156. Шевченко В.П., Лисицын А.П., Виноградова А.А., Смирнов В.В.. Серова В.В., Штайн Р. Аэрозоли Арктики – результаты десятилетних исследований // Оптика атмосферы и океана, 2000. № 6-7. – С. 551-576.

157. Шестаков В.М. Принципы гидрогеодинамического мониторинга // Разведка и охрана недр. 1988. № 8. - С. 45-49.

158. Экзогеодинамика Западно-Сибирской плиты. – М.: Изд-во МГУ, 1986.

159. Экогеохимия городских ландшафтов. /Под ред. Н.С. Касимова.- М.: Изд-во МГУ, 1995. - 336 с.

160. Экологический мониторинг. Состояние окружающей среды Томской области в 1997 году. – Томск: Госком по охране окружающей среды Томской области, 1998. – 258 с.

161. Экология горного производства: Учебник для вузов / Мирзаев Г.Г., Иванов Б.А., Шербаков В.М. – М.: Недра, 1991. – 320 с.

162. Экология и безопасность жизнедеятельности / Под ред. Л.А. Муравья. –М.: ЮНИТИ, 2000. – 447 с.

163. Ядерно-физические методы анализа в контроле окружающей среды // Труды III Всесоюзного совещания. Томск, 21-23 мая 1985г. - Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 172 с.

164. Язиков В.Г., Забазнов В.Л., Петров Н.Н., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана. - Алматы, 2001. – 444 с.

165. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., Ляпунов П.И. Состояние окружающей среды в районе территории экспериментального хозяйства Сибир-

ского Ботанического сада. //Материалы конф. «Проблемы геологии Сибири», г.Томск.-Томск: ТГУ, 1996.-Т.2.-С.277-278.

166. Язиков Е.Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири).-Томск: Известия ТПУ, Т.304, Вып.1 Геология, поиски и разведка полезных ископаемых Сибири, 2001. - С. 325-336.

167. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П., Шатилов А.Ю. Методика комплексной эколого-геохимической оценки территорий для решения геоэкологических задач // Материалы регион. конф. геологов Сибири Дальнего Востока и Северо-Востока России. – Томск, 2000. – Т. 2. – С. 246 – 248.

168. Язиков Е.Г. Картирование техногенных образований и изучение микрочастиц с применением лазерного микроанализатора // Тезисы докладов IV объединенного международного симпозиума по проблемам прикладной геохимии, 7-10 сентября 1994г., Т.-2.-Иркутск, 1994.-С.106-107.

169. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П. Содержание радиоактивных и редкоземельных элементов в аэрозольных выпадениях снегового покрова различных территорий Западной Сибири // Материалы Международ. конф. «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека», 22 – 24 мая 1996 г., Томск. – Томск: изд-во ТПУ, 1996. – С. 312- 316.

170. Fried J.I. Groundwater pollution: theory, methodology, modelling and practical rules. Oxford - New York, 1975. - 330 p.

171. Hussain I., Olson K.R., Jones R.L. Erosion Patterns on Cultivated and Uncultivated Hillslopes Determined by Soil Fly Ash Contents. // Soil Science. 1998. Vol. 163. .№9.

172. Jones R.L., Olson K.R. Fly Ash Use as a Time Marker in Sedimentation Studies.//Soil Science Society of America Journal. 1990. Vol. 54.

173. Graund water monitor // Ground Water Monitor. 1987. Vol. 3. № 3. P. 17-24.

174. Kist A.A., Zhuk L.I. Human haiz composition and the problems of global ecology.-Tashkent: Preprint R-3-509, 1991. – 117 p.

175. Munn R.G. Global environmental monitoring system (GEMS). Action plan for Phase // SCOPE. Rep. 3. Toronto, 1973. P. 37-42.

176. Weiss H.V., Herron M.M., Langway C.C. Natural environment of element in snow. – Nature, 1978, vol. 274, N 5669 p. 352-353.

Нормативно методические издания

177. Временные методические указания по химико-аналитическим исследованиям при разведке подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1978.

178. Временные требования по организации и проведению мониторинга состояния недр на месторождениях нефти и газа территориального и локального уровней на территории Томской области. (Составитель Макушин Ю.В.). – Томск: ТЦ Томскгеомониторинг, 2002. – 38 с.

179. Групповой рабочий проект № 323 на строительство группы эксплуатационных скважин №1-400 Малореченского нефтяного месторождения. - Томск: ТомскНИПИнефть, 1989.

180. Закон РФ от 21.02.92 №2395-1 (ред. от 29.05.2002) «О недрах»

181. Инженерно-экологические изыскания для строительства. СП 11-102-97. – М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997. – 41 с.

182. Инструкция по контролю за состоянием поверхностных и подземных вод на объектах предприятий нефтяной и газовой промышленности. РД 39-0147098-025-91. - Уфа: ВНИИТБ, 1999.

183. Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин на нефть и газ. РД 39-133-94. - М., 1994.

184. Инструкция по проведению гидрогеологической съёмки масштаба 1:200 000. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1980.

185. Использование материалов космических съёмок при региональных геологических исследованиях (методические рекомендации). – М.: Мингео СССР, ПГО «Аэрогеология», 1985. – 222 с.

186. Комплексная оценка экологического риска эксплуатации нефтегазовых месторождений Западной Сибири. Сводный отчет по проекту КО151 ФЦП «Интеграция». - М., 1998.

187. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия (утвержд. Минприроды РФ 30 ноября 1992г). – М., 1992. – 58 с.

188. Методика выполнения измерений удельной активности изотопов плутония (239+240, 238) в пробах почв, грунтов, донных отложений альфа-спектрометрическим методом с радиохимическим

выделением.//Инструкция № 406-ЯФ (Вторая редакция, переработанная и дополненная в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.563-96 и МИ 2453-98). - М.: 1999. – 19 с.

189. Методика изучения и прогноза экзогенных геологических процессов. – М.: Недра, 1988.

190. Методические указания по биологической диагностике почв на объектах газовой отрасли. - М.: ВНИИГаз, 1993.

191. Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. - Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 40 с.

192. Методические рекомендации по геохимических исследованиям для оценки воздействия на окружающую среду проектируемых горнодобывающих предприятий. – М.: ИМГРЭ, 1986. – 98 с.

193. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 112 с.

194. Методические рекомендации по геохимической оценки источников загрязнения окружающей среды. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 66 с.

195. Методические рекомендации по геохимической оценке состояния поверхностных вод. – М.: ИМГРЭ, 1985. – 46 с.

196. Методические рекомендации по гигиенической оценке малых рек и санитарному контролю за мероприятиями по их охране в местах водопользования. – М.: Минздрав СССР, 1985.

197. Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод. – М.:ВСЕГИНГЕО, 1980.

198. Методическое руководство по гидрогеологической и инженерно-геологической съёмке масштаба 1:200 000 и 1: 500 000. – М., 1988.

199. Методические рекомендации по организации и ведению мониторинга подземных вод (изучение режима химического состава подземных вод).-М.: ВСЕГИНГЕО, 1985.-76с.

200. Методические рекомендации по комплексным радиоизотопам и радиоиндикаторным исследованиям миграции радионуклидов. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1990.

201. Методические рекомендации по применению материалов комсофотосъёмки при региональных гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1982. – 83 с.

202. Методические рекомендации по проведению специального инженерно-геологического обследования территории. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1982. – 64 с.

203. Методические рекомендации по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. – М.: Минздрав СССР, ИМГРЭ, 1987. – 25 с.

204. Методические рекомендации. Подготовка проб природных вод для измерения суммарной альфа- и бета-активности. М.: НПП “Доза”, 1997.-24с.

205. Методические рекомендации по организации и ведению государственного мониторинга экзогенных геологических процессов. - М.: изд-во ВСЕГИНГЕО, 1997. - 39 с.

206. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. –М.: Минздрав, 1990.

207. Методические рекомендации по составлению и ведению реестра наблюдательной сети мониторинга экзогенных геологических процессов. Под ред. М.В. Кочеткова. - М.: Госцентр «Геомониторинг», 2000. - 21 с.

208. Методическое руководство по гидрогеологической и инженерно-геологической съёмке масштаба 1:200 000 и 1:50 000 (для целей мелиорации). – М.: ВСЕГИНГЕО, 1988.

209. Методическое руководство по инженерно-геологической съёмке масштаба 1:200 000. – М.: Недра, 1978. – 391 с.

210. Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород. В 2-х томах (под ред. Е.М. Сергеева). – М.: Недра, 1984.

211. Недра и природные ресурсы: Сборник законодательных актов. – Алматы: Юрист. 2001. – 147с.

212. Нормы радиационной безопасности НРБ 76/87/99. Основные санитарные правила ОСП 72/87. – М.: Энергоатомиздат, 1988. - 156 с.

213. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – Минздрав России, 1999. – 115 с.

214. О земле. Закон Республики Казахстан. – Алматы: Юрист. 2001.-56с.

215. Обобщённые перечни предельно-допустимых концентраций вредных веществ в почве. Приложение 1 и приложение 2 к письму ЦСИ Госкомприроды РСФСР от 18.12.90 № ЦС-299/15-73. – М.: ЦСИ Госкомнедра, 1990.

216. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных карт землепользования. – М., 1973.

217. Перечень ПДК и ОБУВ вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов / Комитет РФ по рыболовству. – М.: Мединор, 1995. – 222 с.

218. Перечень ПДК и ориентировочно-допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве. – М., 1993. – 14 с.

219. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М., 1983, № 2932-83 от 24.10.83.

220. Рекомендации по проведению гидрохимического опробования и физико-химических исследований для оценки загрязнения подземных вод / ПНИИС. – М.: Стройиздат, 1986. –32 с.

221. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. - М.: Госкомгидромет, 1991. – 693 с.

222. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 540 с.

223. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М., 1988, № 4630 от 4.07.88.

224. СанПиН 2.1.1.4.1074-01

225. СанПиН 2.1.4.027-95 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения.

226. Санитарные нормы предельно допустимого содержания вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М., 1986, СанПиН № 42-121-4130-86 от 4.07.86.

227. Справочник по предельно допустимым концентрациям химических веществ в окружающей среде. Изд. 2-е. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.

228. Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:200000 – 1:100000. - М.: ВСЕГИНГЕО, 1990 . –86 с.

229. Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:50000 – 1:25000. - М.: ВСЕГИНГЕО, 1990 . –127 с.

230. Требования к мониторингу месторождений твердых полезных ископаемых / Под ред. Кочетков М.В. - М.: МПР России, 2000. – 30 с.

231. Требования к составу информации для ведения Государственного мониторинга экзогенных геологических процессов. Сост. А.И. Шеко. М.: ВСЕГИНГЕО, 1995.-25с.

232. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч.1. Методы химического анаализа вод. Изд. 3-е. – М.: СЭВ, 1977. – 831 с.

233. Федеральный Закон от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

234. Федеральный Закон от 18.11.95 №167-ФЗ «Водный кодекс Российской Федерации»

Государственные стандарты (ГОСТы)

235. ГН 2.1.5.689-98. ПДК химических веществ в воде водных объектов хоз.-питьевого и культурно-бытового водопользования. – 52 с.

236. ГН 2.1.5.690-98. ОДУ химических веществ в воде водных объектов хоз.-питьевого и культурно-бытового водопользования. – 19 с.

237. ГН 2.1.6.695-98. ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (перечень хим. веществ). – 29 с.

238. ГН 2.1.7.020-94. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах. Гигиенические нормативы. - М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1995.

239. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

240. ГОСТ 17.2.1.03.-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.

241. ГОСТ 17.2.6.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Приборы для отбора проб воздуха населенных пунктов. Общие технические требования.

242. ГОСТ 17.2.2.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.

243. ГОСТ 17.2.4.02-81. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.

244. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая.

245. ГОСТы: 3351-74; 4192-82; 4011-72; 4151-72, 18826-73, 4389-72, 18164-72, 4245-72, 18165-81, 18294-89, 4974-72, 4388-72, 18308-72, 4152-89, 18293-72, 23950-88, 18309-72, 4386-89. Вода питьевая. Сборник. Методы анализа. – М., 1984.

246. ГОСТ 27384-87. Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств.

247. ГОСТ 27065-86. Качество вод. Термины и определения.

248. ГОСТ 17.1.1.02-77. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов.

249. ГОСТ 17.1.1.03-78. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водопользования.

250. ГОСТ 17.1.1.04-80. Охрана природы. Гидросфера. Классификация вод по целям водопользования.

251. ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязнённость.

252. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.

253. ГОСТ 17.1.3.1-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

254. ГОСТ 17.8.1.01-86. Охрана природы. Ландшафты. Термины и определения.

255. ГОСТ 17.8.1.02-88. Охрана природы. Ландшафты. Классификация.

256. ГОСТ 17.0.0.02-79. Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязнённости атмосферы, поверхностных вод и почвы. Основные понятия.

257. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.

258. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.

259. ГОСТ 17.4.2-01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.

260. ГОСТ 17.4.3.01-83 (ст. СЭВ 3847-82). Охрана природы. Почвы. Общие требования к охране почв.

261. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб.

262. ГОСТ 5681-84. Полевые исследования почвы. Порядок и способы определения работ. Основные требования к результатам.

263. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест № 2947-83 от 20.12.83 (№ 4414-87 от 28.08.87).

264. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест. № 3081-84 от 27.08.84.

265. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих вещетсв в атмосферном воздухе населённых мест. Дополнение № 1 к списку № 3285-85 от 8.05.85.

266. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест. Дополнение № 2 к списку № 4256-87 от 3.02.87.

267. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК). Список № 4 2546-82 от 30.04.82.

268. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК) № 3210 от 1.02.85.

269. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК). Санитарные правила и нормы № 128-4275-87.

Инструкции НСАМ (Научного совета по аналитическим методам)

270. № 316-Г. Гравиметрическое определение сульфат-ионов в природных водах и водных вытяжках из почв и грунтов.

271. № 291-Г. Инверсионный вольтамперометрический метод определения ртути в подземных водах.

272. № 321-Г. Инверсионный вольтамперометрический метод определения цинка, кадмия, свинца и меди в подземных водах.

273. № 274-Г. Ионометрическое определение калия в подземных водах. Инструкция.

274. № 295-Г. Ионометрическое определение нитрат-иона в подземных водах.

275. № 277-Г. Ионометрическое определение хлорид-иона в водах.

276. № 292-Г Определение железа, хрома, кобальта, меди, никеля, свинца, серебра, цинка методом атомно-абсорбционной спектрометрии в природных и загрязнённых водах.

277. № 276-Г. Определение массовой концентрации хлорид-иона в природных и сточных водах меркурометрическим методом.

278. № 293-Г. Определение нефтепродуктов в природных водах методом газовой хроматографии.

279. № 322-Г. Определение олова, ванадия, золота, кобальта, молибдена, никеля и свинца в подземных водах методом эмиссионной спектрометрии.

280. № 294-Г. Определение органического углерода в подземных водах методом фотохимического окисления.

281. № 317-Г. Спектрофотометрическое определение высоких содержаний хрома (VI) в подземных водах

282. № 297-Г. Спектрофотометрическое определение иона аммония в природных водах.

283. № 410–ЯФ. Многокомпонентный инструментальный нейтронно-активационный анализ почв и других объектов окружающей среды на токсические элементы.

Периодически издаваемая литература и основные Интернет-сайты

Геохимия.
Геоэкология. Инженерная экология. Гидрогеология. Геокриология.
Горный журнал.
Записки Всероссийского минералогического общества.
Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе.
Метеорология и гидрология.
Нефть и газ.

Почвоведение.
Сибирский экологический журнал.
Экология.
Экологический мониторинг. Состояние окружающей природной среды Томской области. – Ежегодный обзор Управления охраны окружающей среды и ОГУ «Облкомприрода» Администрации Томской области.
Информационный бюллетень ОГУП ТЦ “Томскгеомониторинг».

http://www.art.man.ac.uk/eia/eiac.htm - Центр экологической оценки Манчестерского университета (Великобритания).
http://www.ecoline.ru/mc - неправительственная организация «Эколайн» (г.Москва, Россия)
www.tgm.ru – ОГУП ТЦ «Томскгеомониторинг», г. Томск.
http://scanex.ss.msu.ru – НТЦ «СканЭКС» (материалы оперативного мониторинга: доступ, архивация и тематическая обработка космической информации).
http://smis.iki.rssi.ru – Институт космических исследований РАН, г.Москва (получает и доставляет данные со спутников NOAA через IN-TERNET и специальные WWW-серверы Авиалесоохраны).
http://www.spotimage.fr; www.spot.com – SPOT Image, Франция (цифровая космическая съемка с французского спутника SPOT).
http://www.spaceimaging.com; http://www.erimage.it – Space Imaging, США (космосъемки со спутников США «Landsat» и EURIMAGE).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Классификация техногенных воздействий на геологическую среду (Трофимов и др., 1995)

Класс и подкласс воздействия		Тип воздействия	Вид воздействия	Компоненты геологической среды:* ПГИВРД	Потенциальные Источники воздействия
1		2	3	4	5
Физическое воздействие	Механическое воздействие	Уплотнение	Статическое (гравит.)	ПГИ	Здания, сооружения
			Виброуплотнение	ПГИ Д	Вибромеханизмы
			Укатывание	ПГИ	Автотранспорт
			Трамбование	ПГИ	Метрополитен
			Взрывоуплотнение	ПГИ Д	Вхзрывы
		Разуплотнение	Статическая нагрузка	ГИ РД	Шахты, полости
			Динамическая нагрузка	ГИ РД	Котлованы, взрывы
		Внутреннее разрушение	Бурение	ГИ	Буровые скважины
			Дробление	ГИ	Горные комбайны
			Фрезерование	ГИ	Горные выработки
			Откалывание	ГИ	Карьеры, разрезы
			Рытье, экскавация	ПГИ	Шахты, штольни
			Взрывное разрушение	ГИ Д	Взрывы
			Распахивание, культивация	П Р	Агротехническая деятельность
		Аккумуляция рельефа	Отсыпка терриконов	И РД	Шахты, рудники
			Отвалообразование	И РД	ТЭС, ТЭЦ, ГРЭС
			Создание насыпей	И РД	Комбинаты
			Создание дамб	И РД	Строительство
		Планировка рельефа	Строительная и дорожная планировка	ПГИ РД	Строительство
			Рекультивация	ПГИ РД	Объекты рекультивации
			Террасирование склона	Г РД	Объекты мелиорации
		«Эрозия» рельефа	Формирование выемок	ПГИ РД	Карьеры, разрезы
			Рытьё каналов, котлованов, разрезов	ПГИ РД	Котлованы, каналы
			Подрезка склонов	Г РД	Дорожное строительство
			Образование мульд проседания и опускания	ПГИ	Шахты, рудники

Класс и подкласс воздействия		Тип воздействия	Вид воздействия	Компоненты геологической среды:* ПГИВРД	Потенциальные Источники воздействия
1		2	3	4	5
	Гидромеханическое воздействие	Гидроаккумуляция рельефа	Гидронамыв дамб, плотин Намыв золоотвалов Намыв насыпей, массивов	ИВРД ИВРД ИВРД	Строительство ТЭЦ, ТЭС Хвостохранилища Щламонакопители
Физическое воздействие	Гидромеханическое воздействие	Гидроэрозия рельефа	Гидроразмыв массивов Просадочно-суффозионное воздействие	ГИВРД ПГИВРД	Карьеры, разрезы Драги Водозаборы, подземное выщелачивание
	Гидродинамическое воздействие	Повышение напора	Нагнетание, инъекция Подтопление Орошение	В ГИВ ПГИВ Д	Закачки, сбросы Утечки, промстоки С/х поливы, гидромелиорация
		Снижение напора	Откачки Дренирование Осушение	В ПГИВ Д ПГИВ Д	Водозаборы Объекты мелиорации
	Термическое воздействие	Нагревание	Кондуктивное (до 100^0) Конвективное (до 100^0) Обжиг (более 100^0) Плавление Термическое упрочнение Биохимическое	ПГИВ ПГИВРД ГИ ГИ ГИ ПГИВ	Домны, ТЭЦ, АЭС ТЭС, ГРЭС, горячие цеха Подземная выплавка серы, газификация Объекты технической мелиорации Полигоны ТБО
		Охлаждение	Кондуктивное Конвективное Замораживание	ГИВ ГИВ ПГИВРД	Холодильники Закачка растворов Объекты технической мелиорации

Класс и подкласс воздействия		Тип воздействия	Вид воздействия	Компоненты геологической среды:* ПГИВРД	Потенциальные Источники воздействия
1		2	3	4	5
	Электромагнитное воздействие	Стихийное	Наводка электрических полей	ПГИ	Линии электропоездов Метрополитен Линии трамваев, троллейбусов, электросети
		Целенаправленное	Электрообработка Электроосмос Электролиз Электросиликатизация	ГИ ПГИВ ГИВ ГИ	Объекты технической мелиорации
	Радиационное воздействие	Загрязнение	Короткоживущее радионуклидное Долгоживущее радионуклидное	ПГИВ ПГИВ	Ядерные взрывы Выбросы АЭС Склады радиоактивных веществ АЭС, заводы по добыче и переработке радиоактивных веществ
Физическое воздействие	Радиационное воздействие	Очистка	Дезактивация химическая Дезактивация электрохимическая Дезактивация биологическая Дезактивация механическая	ПГИВ ПГИ ПГИВ ПГИ	Объекты дезактивации и реабилитации
Физико-химическое воздействие		Гидратное	Капиллярная конденсация Дегидратация (сушка)	ПГИВ ПГИВ	Асфальтовые покрытия Дренажные системы
		Кольматирование	Физическое Физико-химическое	ПГИ ПГИ	Объекты технической мелиорации
		Выщелачивание	Прямое Диффузионное	ГИВ ГИВ	Объекты выщелачивания

Класс и подкласс воздействия	Тип воздействия	Вид воздействия	Компоненты геологической среды:* ПГИВРД	Потенциальные Источники воздействия
1	2	3	4	5
	Ионообменное	Солонцевание Собственно ионообменное	ПГИ ПГИ	Мелиорация земель
Химическое воздействие	Загрязнение	Фенольное, хлорфенольное Нитратное Пестицидное Гербицидное Тяжёлыми металлами Углеводородное Кислотное Щелочное Засоление	ПГИВ ПГИВ ПГИВ ПГИВ ПГИВ ПГИВ ПГИВ ПГИВ ПГИВ	Химические фабрики Фермы, животноводчество Склады отходов С/х деятельность Транспорт, выбросы АЗС, нефтехранилища Кислотные дожди Предприятия, стоки Внесение удобрений и др.
	Очистка	Нейтрализация Рассоление Разбавление	ПГИВ ПГИВ ПГИВ	Мелиорация земель
	Закрепление массивов	Цементация Силикатизация Битумизация Смолизация Известкование и др.	ГИ ГИ ГИ ГИ ПГИ	Объекты технической мелиорации
Биологическое воздействие	Загрязнение	Бактериологическое Микробиологическое	ПГИВ ПГИВ	Свалки ТБО С/х фермы, склады Силосные ямы Канализация
	Очистка	Стерилизация	ПГИВ	Объекты очистки

Примечание: В четвёртой графе указаны компоненты геологической среды, на которые потенциально может передаваться данный вид техногенного воздействия: П – почвы, Г – горные породы, И – искусственные грунты, В – подземные воды, Р – рельеф, Д – динамические процессы.

Приложение 2

Методы определения показателей в объектах природной среды

№№ п/п.	Объект	Определяемые компоненты	Предел обнаружения	НД на методы анализа
1	2	3	4	5
1.0	Природные воды		мг/дм^3	
1.1		БПК	0,5-5000	Объемный ПНДФ 14. 1:2:3:4.123-97
1.2		Взвешенные вещества	5,0-5000	Гравиметрический ПНДФ 14. 1:2. 110-97
1.3		Водородный показатель	(0-14) ед. pH	Электрометрический ПНДФ 14.1:2:3:4.121-97
1.4		Сухой остаток	50,0-25000	Гравиметрический ПНДФ 14.1:2.114-97
1.5		ХПК	5,0-10000	Объемный ПНДФ 14. 1:2. 100-97
1.6		Кислород растворенный	(0,2-15,0) мгO_2/дм^3	Иодометрический ПНДФ 14.1:2.101-97
1.7		Аммонийный ион	0,05-50,0	Фотометрический с реактивом Несслера ПНДФ 14. 1.1-95
1.8		Нитрат-ион	0,1-100,0	Фотометрический с салициловой кислотой ПНДФ 14.1:2.4-95
1.9		Нитрит-ион	0,025-5,0	Фотометрический с р-вом Грисса ПНДФ 14. 1:2.3-95
1.10		Фосфат-ион	0,1-50	Фотометрический с аскорбиновой кислотой ПНДФ 14.1:2.112-97
1.11		Фосфор общий	0,1-500	Фотометрический ПНДФ 14.1:2.106-97
1.12		Хлорид-ион	10,0-1000	Меркурометрический ПНДФ 14. 1:2. И 1-97
1.13		Железо	0,02-50,0	Атомно-абсорбционный (пламя) ПНДФ 14. 1:2.22-95 Фотометрический с сульфосали-циловой кислотой ПНДФ 14. 1:2.50-96
1.14		Кадмий :	0,01-1,0 0,0002	Атомно-абсорбционный (пламя) ПНДФ 14.1:2.22-95 Атомно-абсорбционный с электротермической атомизацией
1.15		Кобальт	0.02-5,0 0,005	Атомно-абсорбционный (пламя) ПНДФ 14.1:2.22-95 Атомно-абсорбционный с электротермической атомизацией

№№ п/п.	Объект	Определяемые компоненты	Предел обнаружения	НД на методы анализа
1	2	3	4	5
1.16		Марганец	0,01-5,0 0,005	Атомно-абсорбционный (пламя) ПНДФ 14. 1:2.22-95 Фотометрическим с персульфатом аммония ПНДФ 14. 1:2.61-96 Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
1.17		Медь	0,01 -4,0 0,005	Атомно-абсорбционный (пламя) ПНДФ 14. 1:2.22-95 Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
1.18		Никель	0.02 -5,0 0,005	Атомно-абсорбционный (пламя) , ПНПФ 14.1:2.22-95 Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
1 19		Свинец	0,05-10,0 0,005	Атомно-абсорбционный (пламя) ПНДФ 14. 1:2.22-95 Атомно-абсорбционный с электротермической атомизацией
1.20		Цинк	0,01-2,0 0,005	Атомно-абсорбционный (пламя) ПНДФ 14. 1:2.22-95 Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
1.21		Хром общий Хром общий	0,01-5,0 0,005	Атомно-абсорбционный (пламя) ПНДФ 14. 1:2.22-95 Фотометрический с дифенил карбозидом ПНДФ 14.1:2.52-96 Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
1.22		Хром (+6)	0,01-5,0	Атомно-абсорбционный (пламя) ПНДФ 14. 1:2.22-95 Фотометрический с дифенил карбозидом ПНДФ 14.1:2.52-96
1.23		АПАВ (анионоактивные)	0,015-5,0	Экстракционно-фотометрический с метиленовой синей
1.24		Нефтепродукты	0,05-50,0	Экстракционно-фотометрический в инфракрасной области ПНДФ 14. 1:2.5-95
1.25		Сульфат-ион	2-1000	Турбидиметрическое определение в виде сернокислого бария РД 52.24.405-95 титриметрический метод ПНДФ 14. 1:2. 108-97

№№ п/п.	Объект	Определяемые компоненты	Предел обнаружения	НД на методы анализа
1	2	3	4	5
1.26		Фторид-ион	0,3 -200	Потенциометрический РД 52.24.360-95
1.27		Молибден	0,04-4,0	Фотометрический с роданидом аммония ПНДФ 14.1:2.47-96
1.28		Сероводород и сульфиды	0,002-25	Фотометрический метод с К,М-диметил-п-фениленди-амином ПНДФ 14. 1:2. 109-97
1.29		Цианиды	0,005-4	Фотометрический метод с пиридином и барбитуровой кислотой ПНДФ 14.1:2.56-96 Флуориметрический М.0 1-28-98, свидетельство УНИИМ
1.30		Жесткость	0,5-15,0	Титриметрический метод ПНДФ 14.1:2.98-97
1.31		Кальций	1,0-500	Титриметрический метод ПНДФ 14.1:2.95-97 Атомная абсорбция ПНДФ 14.1:2:4.137-98
1.32		Ртуть	0,002-4,0 0,00005	Беспламенная атомно-абсорбционная спектрометрия ПНДФ 14. 1:2.20-95 Атомно-абсорбционный «холодного пара»
1.33		Гидрокарбонаты	10-500	Титриметрический метод ПНДФ 142.99-97
1.34		Активный хлор	0,05 -5,0	Титриметрический метод ПНДФ 14.1:2.113-97
1.35		Магний	0,04 - 200	Атомная абсорбция ПНДФ 141:2:4. 137-98
1.36		Алюминий	0,01 - 10,0	Флуориметрический
1.37		Удельная активность изотопов плутония	0,05-1 Бк/л	Альфа-спектрометрия
1.38		Суммарная альфа-активность бета-активность	0,0018 Бк/дм^3 0,02 Бк/дм^3	Альфа- и бета-радиометрия
1.39		Калий-40, Радий-226, Торий-232 и дочерние продукты	0,027 Бк/дм^3 0,02 Бк/дм^3	Гамма-спектрометрия

№№ п/п.	Объект	Определяемые компоненты	Предел обнаружения	НД на методы анализа
1	2	3	4	5
		распада урана-238 и тория-232		
1.40		Редкие металлы: Литий Бериллий Ниобий Рубидий Цезий Стронций Гафний Тантал	 0,01 0,0002 0,01 0,6 0,3 7 0,01 0,05	 АЭ ИСП АЭ ИСП АЭ ИСП ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ
1.41		Редкоземельные элементы: Скандий Лантан Церий Самарий Европий Тербий Иттербий Лютеций	 0,02 0,03 0,05 0,01 0,01 0,05 0,1 0,01	 ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ
1.42		Радиоактивные элементы: Уран Торий	 0,1 0,2	 ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ
2.0	Почва, порода, донные отложения, пыле-аэрозоли, зола растительности и биологической массы		мг/кг	
2.1		Нефтепродукты	5-20000	Флуориметрическим методом ПНДФ 16.1.21-98
2.2		Ртуть	0,1 -5,0	Метод беспламенной атомной

№№ п/п.	Объект	Определяемые компоненты	Предел обнаружения	НД на методы анализа
1	2	3	4	5
			0,03	абсорбции ПНДФ 16.1:2.3:3.10-98 Атомно-абсорбционный «холодного пара»
2.3		Медь (подвижные формы) Медь (валовое содержание)	20-132 0,5	Атомная абсорбция РД 52.18. 191-89 Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
2.4		Свинец (подвижные формы) Свинец (валовое содержание)	20-130 0,5	Атомная абсорбция РД 52. 18. 19 1-89 Атомно-абсорбционный с электро-термической атомизацией
2.5		Цинк (подвижная форма) Цинк (валовое содержание)	20-220 0,5	Атомная абсорбция РД 52.18 .191-89 Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
2 .6		Никель (подвижные формы) Никель (валовое содержание)	20-80 0,5	Атомная абсорбция РД 52.18. 191-89 Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
2.7		Кадмий, (кислоторастворимая и воднорастворимая формы) Кадмий (валовое содержание)	1,0-2,0 0,02	Атомная абсорбция РД 52. 18.1 91 –89 Атомно-абсорбционный с электро-термической атомизацией
2.8		Железо, (кислоторастворимая и воднорастворимая формы)	20,0-20000	Атомная абсорбция ГОСТ 27395-87
2.9		Плотный остаток водной вытяжки	(1-1 0,0) г/кг	Гравиметрический ГОСТ 26423-85
2.10		pH водной вытяжки	(1-14) ед . pH	Потенциометрический ГОСТ 26423-85

№№ п/п.	Объект	Определяемые компоненты	Предел обнаружения	НД на методы анализа
1	2	3	4	5
2.11		pH в солевой вытяжке	(1-14) ед . pH	Потенциометрический ГОСТ 26423-85
2.12		Хлориды в водной вытяжке	1-5000	Аргентометрический метод ГОСТ 26425-85
2.13		Кальций в водной вытяжке	100-2000	Комплексонометрический метод ГОСТ 26428-85
2.14		Магний в водной вытяжке	60-1000	Комплексонометрический метод ГОСТ 26428-85
2.15		Обменный аммоний	1-500	Фотометрический метод ГОСТ 26489-85
2.16		Сера, подвижная форма	0,1-15	Турбидиметрический метод ГОСТ 26490-85
2.17		Влажность почвы	2-200	Гравиметрический СаНПиН 42-128-4433-87
2.18		Фтор (водорастворимая форма)	0,75-200	Потециометрический СаНПиН 42-128-4433-87
2.19		Алюминий (подвижная форма)	2-300	Фотоколориметрический ГОСТ 26485-85
2.20		Марганец (подвижная форма)	20-700	Фото колориметрический ГОСТ 26486-85
2.21		Карбонаты	70-1200	Титриметрический ГОСТ 26424-85
2.22		Бикарбонаты	70-300	Титриметрический ГОСТ 26424-85
2.23		Нитраты	1-20	Фотоколориметрический ГОСТ 26488-85
2.24		Бор	5	Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
2.25		Берилий	0,02	Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
2.26		Литий	1	Атомно-эмиссионный с

№№ п/п.	Объект	Определяемые компоненты	Предел обнаружения	НД на методы анализа
1	2	3	4	5
				индуктивно-связанной плазмой
2.27		Хром (валовая форма)	0,5	Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
2.28		Ванадий	1	Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
2.29		Барий	0,5	Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
2.30		Марганец	0,5	Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
2.31		Кобальт	0,5	Атомно-абсорбционный с электротермической атомизацией
2.32		Таллий	0,5	Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
2.33		Мышьяк	0,5	Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
2.34		Селен	0,5	Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой
2.35		Суммарная альфа-активность бета-активность	0,0018 Бк/дм^3 0,02 Бк/дм^3	Альфа- и бета-радиометрия
2.36		Калий-40, Радий-226, Торий-232 и продукты их распада	0,027 Бк/дм^3 0,02 Бк/дм^3	Гамма-спектрометрия
2.37		Редкие металлы: Литий Бериллий Ниобий Рубидий Цезий Стронций Гафний Тантал	 0,01 0,0002 0,01 0,6 0,3 7 0,01 0,05	 АЭ ИСП АЭ ИСП АЭ ИСП ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ
2.38		Редкоземельные элементы: Скандий Лантан Церий Самарий Европий Тербий	 0,02 0,03 0,05 0,01 0,01 0,05 0,1	 ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ

№№ п/п.	Объект	Определяемые компоненты	Предел обнаружения	НД на методы анализа
1	2	3	4	5
		Иттербий Лютеций	0,01	ИНАА, НСАМ 410-ЯФ
2.39		Радиоактивные элементы: Уран Торий	 0,1 0,2	 ИНАА, НСАМ 410-ЯФ Рентгенно-спектральный ИНАА, НСАМ 410-ЯФ Рентгенно-спектральный
2.40		Сумма поглощенных оснований, Ca, Mg		Трилонометрически
2.41		Мелкая, средняя пыль, илистая фракция, <0,01 мм		Сиффонным отмучиванием
3.0	Сухие навески (растительность, волосы, биологические пробы		Мг/кг	
3.1		Редкие металлы: Рубидий Цезий Стронций Гафний Тантал	 0,6 0,3 7 0,01 0,05	 ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ
3.2		Редкоземельные элементы: Скандий Лантан Церий Самарий Европий Тербий Иттербий Лютеций	 0,02 0,03 0,05 0,01 0,01 0,05 0,1 0,01	 ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ
3.3		Радиоактивные элементы: Уран Торий	 0,1 0,2	 ИНАА, НСАМ 410-ЯФ ИНАА, НСАМ 410-ЯФ