20.1(5К)
К35

А. К. КЕНЖЕГАЛИЕВ,
А. А. ХАСАНОВА

МОНИТОРИНГ
ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Алматы 2004

УДК 551.510.42

ББК 20.1 я 7
К 33

Рецензент
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
В. Д. Зайцев

К 33 Кенжегалиев А. К., Хасанова А. А. Мониторинг окружающей природной среды: Учебное пособие. Алматы, 2004. - 202 с.

ISBN 9965-25-427-3

Рассматриваются вопросы мониторинговой службы в целях защиты окружающей среды.

Для студентов вузов и всех специалистов, занимающихся экологическими проблемами и мониторингом окружающей природной среды.

Библиогр. 32 назв. Ил. 23. Табл. 21.

ББК 20.1 я 7

1502000000
00(05)-04

К

ISBN 9965-25-427-3

© Атырауский институт нефти и газа, 2004

© Кенжегалиев А., Хасанова А. А., 2004

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 6
Глава 1. Понятие о мониторинге и составляющих его элементах 7

1.1. Наблюдение. Оценка состояния. Санитарно-технический, биосферный и экологический мониторинг 7
1.2. Прогнозирование. Разработка прогноза. Эталоны и методы прогнозирования 12
1.3. Разработка программы экологического мониторинга . 18
1.4. Глобальный экологический мониторинг. Экологический мониторинг в Республике Казахстан 23

Глава 2. Анализ различных видов антропогенного и техногенного воздействия на биосферу 29

2.1. Преднамеренные преобразования. Попутные изменения. Прямое и косвенное антропогенное воздействие. 29
2.2. Основные виды и компоненты техногенных загрязнений, количество и условия их образования (на примере предприятий нефтегазовой и химической промышленности) 35

Глава 3. Классификация состояния природной среды. Реакция природных систем, источников и факторов воздействия, охватываемых системой мониторинга 39

3.1. Локальные источники. Факторы воздействия. Состояние среды. Реакция биоты, крупных систем, биосферы в целом 39
3.2. Классификация загрязнителей воздуха 42
3.3. Химические реакции загрязнителей в атмосфере 43

Глава 4. Биологический, геоэкологический и биосферный мониторинг 47

4.1. Основные задачи. Основные загрязнения ОС техногенного происхождения. Мониторинг канцерогенных веществ. Международный мониторинг окружающей среды 47

Глава 5. Мониторинговая служба в странах СНГ и за рубежом. 52

5.1. Подсистемы контроля загрязнений. Организация ведомственного и общественного контроля качества окружающей среды 52
5.2. Фоновый экологический мониторинг 55

Глава 6. Контроль и регулирование состояния окружающей природной среды 58

6.1. Мониторинг атмосферного воздуха 63
6.1.1. Аэрокосмический мониторинг. Атмосфера. Приоритетные загрязнения атмосферы 68
6.1.2. Контроль за состоянием атмосферного воздуха и нормирование вредных выбросов в атмосферу. Прогноз качества атмосферного воздуха и учет его в целях предотвращения загрязнения 70
6.1.3. Законодательные и нормативно-технические документы по мониторингу атмосферного воздуха 77
6.1.4. Классификация основных методов: физических, химических, комбинированных 83
6.1.5. Методы периодического и непрерывного контроля. Автоматизированные системы 87
6.1.6. Источники загрязнения атмосферы. Требования к методам контроля. Отбор проб (основные методы, оборудование для отбора проб, консервирование и хранение). 94
6.2. Мониторинг природных вод 102
6.2.1. Мониторинг природных вод поверхностных водоисточников. Организация наблюдения и контроль за качеством поверхностных источников 103
6.2.2. Загрязнения водных объектов вредными веществами. Источники загрязнения. Оценка качественного состояния водных объектов. Методы анализа воды 107
6.2.3. Мониторинг подземных вод. Принципы организации традиционного изучения режима подземных вод. Основы методики и методологии мониторинга подземных вод 113
6.3. Почвенный мониторинг 115
6.3.1. Ресурсы земли. Процессы деградации почв. Эрозия почв. Рекультивация земель. Мелиорация земель 116

6.3.2. Задачи почвенного мониторинга. Контролируемые показатели. Организация и объекты наблюдения за состоянием почв. Способы и оборудование для взятия пробы почвенной воды, почвенного газа и пробы почвы 122
6.4. Биологические методы проведения экологического мониторинга 134
6.4.1. Общие положения. Этапы биологического и экологического обследования. Методы анализа наземной растительности. Методы анализа позвоночных животных 134

Глава 7. Нормирование качества окружающей среды 140

7.1. Основные понятия и определения. Нормирования опс. Нормирование качества воздуха, воды, почвы 140
7.2. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в продуктах питания 147
7.3. Класс опасности химических соединений. Нормирование воздействия. Нормирование в области радиационной безопасности 154

Глава 8. Сбор и обработка мониторинговой информации 161

8.1. Цель обобщения информации о загрязнении атмосферы городов 161
8.2. Анализ и экологические оценки данных по мониторингу. 162
8.3. Специальная обработка данных наблюдений под факелом промышленного предприятия 165

Глава 9. Место общественности в экологическом мониторинге. 169

9.1.Основные задачи общественного экологического мониторинга. Методические рекомендации по проведению общественного экологического мониторинга 169
9.2. Выработка программы мониторинга. Выбор оборудования и методов анализа. Документирование результатов. Представление и использование результатов 173

Литература по теме 182

Приложения 184

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проблемы охраны окружающей среды в начале XXI в. стали одними из острейших. Воздействие человека на природную среду постоянно нарастает, в результате чего ее загрязнение увеличивается. В связи с этим необходимость изучения состояния загрязнения окружающей среды занимает особое место среди методологического обеспечения экологии. Мониторинг окружающей среды – не просто один из методов исследований, это процесс, дающий возможность принимать своевременные управленческие решения, предотвращающие и сокращающих отрицательные последствия тех или иных действий человека и общества в целом или дающих возможность восстанавливать природную среду после экологических аварий и катастроф, которых, к сожалению, с каждым годом становится все больше и больше.

Мониторинг стал не только методом исследований, но и технологией, обеспечивающей экологическую безопасность. Именно поэтому и появилось целое направление производственной деятельности – производственный экологический мониторинг.

Как экология давно вышла за рамки узкой биологической науки, так и экологический мониторинг занял должное место в области техники, технологии, права и других направлений человеческой деятельности.

Объекты и методы экологического мониторинга многочисленны и очень разнообразны. Все это требует изучения экологического мониторинга как отдельного обязательного предмета в вузах и университетах, готовящих экологов различного профиля. В этом издании собрано большое количество разрозненных научных и методических сведений, необходимых для изучения основ данного предмета.

Авторы заранее благодарят специалистов за высказанные замечания, которые помогут при последующих изданиях.

Глава 1. ПОНЯТИЕ О МОНИТОРИНГЕ И СОСТАВЛЯЮЩИХ ЕГО ЭЛЕМЕНТАХ

1.1. Наблюдение. Оценка состояния. Санитарно-технический, биосферный и экологический мониторинг

Под *мониторингом* понимают систему наблюдений, оценки и прогноза состояния окружающей среды. Основной принцип мониторинга – непрерывное слежение.

Мониторинг является важнейшей частью экологического контроля, который осуществляет государство. Главная цель мониторинга – наблюдение за состоянием окружающей природной среды и уровнем ее загрязнения, а также информационное обеспечение управления природоохранной деятельностью и экологической безопасностью. Не менее важно своевременно оценить и последствия антропогенного воздействия на биоту, экосистемы и здоровье человека, а также эффективность природоохранных мероприятий. Вместе с тем мониторинг – это не только слежение и оценка факторов, но и экспериментальное моделирование, прогноз и рекомендации по управлению состоянием окружающей природной среды (рис. 1, 2).

По территориальному охвату различают три ступени или блока современного мониторинга: локальный (биоэкологический, санитарно-гигиенический), региональный (геосистемный, природно-хозяйственный) и глобальный (биосферный, фоновый) (табл. 1).

В составе биоэкологического мониторинга большое внимание уделяют наблюдениям за ростом врожденных дефектов в популяциях человека и динамикой генетических последствий загрязнения биосферы, в первую очередь мутагенами.

На региональном (геосистемном) уровне наблюдения ведут за состоянием экосистем крупных природно-территориальных комплексов (бассейнов рек, лесных экосистем, агроэкосистем), где имеются отличия параметров от базового фона ввиду антропогенных воздействий. В этих регионах изучают трофические связи (биологические круговороты) и их нарушения, оценивают возможность использования ресурсов природных экосистем в

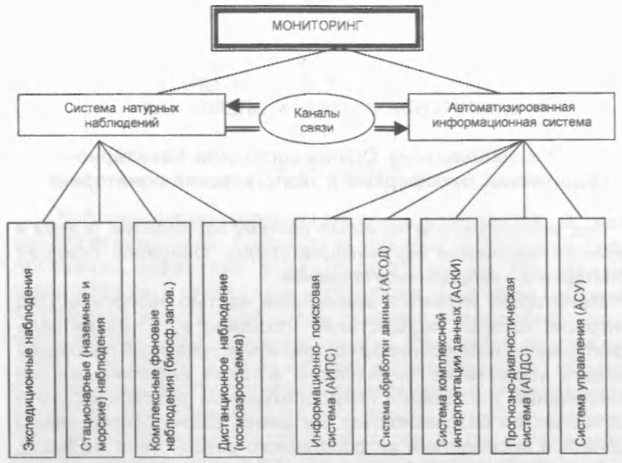


Рис. 1. Схема мониторинга

конкретных видах деятельности, анализируют характер и количественные показатели антропогенных воздействий на окружающую природную среду (ОПС). В пределах какого-либо региона, например, ведут контроль за популяционным состоянием исчезающих видов животных и т.д.

Приоритетные направления мониторинга рассмотрены в табл. 2.

Обеспечить наблюдение, контроль и прогноз возможных изменений в биосфере в целом – задача глобального мониторинга (рис. 2). Его называют еще фоновым или биосферным. Объектами глобального мониторинга являются биосфера в целом как среда всего человечества.

Разработка и координация глобального мониторинга ОПС осуществляется в рамках ЮНЕП (орган ООН) и Всемирной метеорологической организации (ВМО). Основными целями этой программы являются:

организация расширенной системы предупреждения об угрозе здоровью человека;

оценка влияния глобального загрязнения атмосферы на климат;

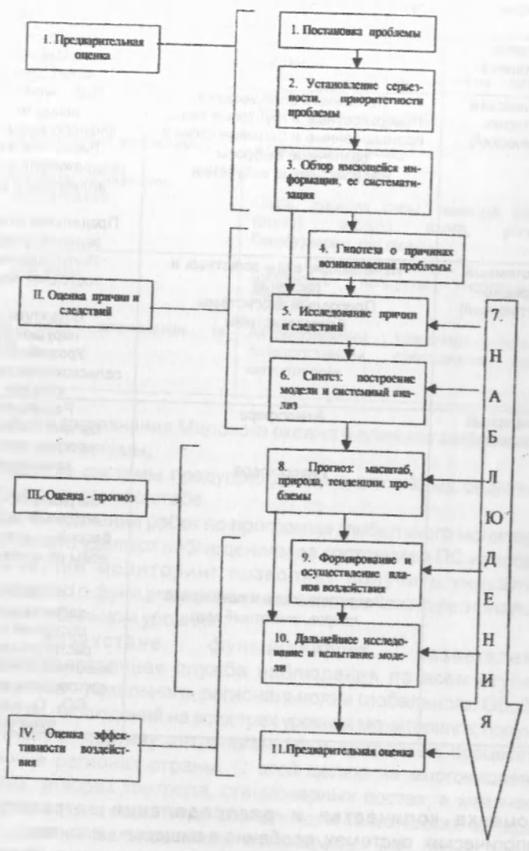


Рис. 2. Роль наблюдений в системе

Таблица 1.**Система наземного мониторинга окружающей среды**

Ступени мониторинга	Объекты мониторинга	Характеризуемые показатели мониторинга
Биологический (санитарно-гигиенический)	Приземный слой воздуха Поверхностные и грунтовые воды, промышленные и бытовые стоки и различные выбросы Радиоактивные излучения	ПДК токсичных веществ. Физиологические и биологические раздражители (шумы, аллергены и др.) Предельная степень радиоизлучения
Геосистемный (природно-хозяйственный)	Исчезающие виды животных и растений Природные экосистемы Агроэкосистемы	Популяционное состояние видов Структура и нарушения Урожайность сельскохозяйственных культур
Биосферный (глобальный)	Атмосфера Гидросфера Растительность и почвенный покров, животный мир	Радиационный баланс, тепловой перегрев, состав и запыление Загрязнение рек и водоемов; водные бассейны, круговорот воды на континентах Глобальные характеристики состояния почв, растительности и животных. Глобальные круговороты и баланс CO_2, O_2 и других веществ

оценка количества и распределения загрязнений в биологических системах, особенно в пищевых цепочках;

оценка критических проблем, возникающих в результате сельскохозяйственной деятельности и землепользования;

оценка реакции наземных экосистем на воздействие ОС;

Таблица 2. **Приоритетные направления мониторинга**

Объекты мониторинга	Высшие приоритеты
1. Территория	Города Водные бассейны, объекты питьевого водоснабжения Места нерестилищ рыб
2. Среда (компонент экосистемы)	Атмосферный воздух
3. Ингредиенты загрязнения: для воздуха	Пыль, диоксид серы, тяжелые металлы (ртуть), оксиды азота, углерода, бенз(а)пирен, пестициды
для воды	Биогенные продукты, нефепродукты, фенолы
4. Источники загрязнения (в городах)	Автомобильный транспорт, тепловые электростанции, предприятия цветной металлургии

оценка загрязнения Мирового океана и влияния загрязнения на морские экосистемы;

создание системы предупреждений о стихийных бедствиях в международном масштабе.

При выполнении работ по программе глобального мониторинга особое место уделяют наблюдениям за состоянием ПС из космоса. Космический мониторинг позволяет получить уникальную информацию о функционировании экосистем как на региональном, так и на глобальном уровнях.

В Казахстане функционирует разветвленная общегосударственная служба наблюдения по всем ступеням мониторинга – локального, регионального и глобального. Обобщая результаты наблюдений на всех трех уровнях мониторинга, получают объективную картину антропогенных и природных процессов в различных регионах страны. С этой целью на многочисленных станциях, створах контроля, стационарных постах, в химических лабораториях, на самолетах, вертолетах и космических аппаратах наблюдают за загрязнением атмосферы, вод, почв, донных отложений, околоземного пространства, организуют «слежение» за

состоянием земель, минерально-сырьевых ресурсов недр, сохранностью животного и растительного мира и т.д.

Основной объем наблюдений выполняют службы гидрометерологии и мониторинга ОС (РГП «Казгидромет»).

В республике в целях радикального повышения эффективности службы наблюдения введена единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ). К основным ее задачам, в частности, относятся ведение специальных банков данных, характеризующих экологическую обстановку, и гармонизация их с международными эколого-информационными системами, а также оценка и прогноз состояния объектов и антропогенных воздействий на них, откликов экосистем и здоровья населения на изменение состояния ОПС.

Задачи по программированию изменений в окружающей среде и принятию управляющих решений, т.е. решений, предотвращающих негативные изменения среды, в системе мониторинга решают с помощью математического моделирования на ЭВМ. Используется динамическая, постоянно действующая модель (ПДМ), входящая в автоматизированную информационную систему (АИС) мониторинга.

Особенность ПДМ – циклическое функционирование: по мере поступления новых данных в АИС они загружаются в ПДМ и на модели «проигрывается» вариант развития моделируемой системы, затем при исходных данных цикл повторяется уже с учетом предыдущего варианта и т.д.

1.2. Прогнозирование. Разработка прогноза. Эталоны и методы прогнозирования

Человечество издревле стремилось узнать будущее. Египетские жрецы, оракулы Древней Греции и Рима, средневековые предсказательницы и астрологи, первые ученые-прогнозисты от – социальных утопистов до естественников, пытавшихся прогнозировать погоду (среди них были Ламарк и Фицрой – капитан всемирно известного «Бигля», на котором Дарвин совершил кругосветное путешествие), современные ученые, создающие научное предвидение, – таков путь обширной области знания, носящей название прогноза или прогнозирования.

Прогноз – всякое конкретное предсказание или вероятностное суждение о состоянии чего-то (кого-то) или о проявлении какого-то события в будущем.

Экологичвеский прогноз – предсказание изменений природных систем в локальном, региональном и глобальном масштабах.

Прогноз воздействия на среду – предсказание изменений в природной среде в результате воздействия на нее хозяйственной деятельности.

Прогноз изменения среды – предсказание устойчивых перемен в природной среде, происходящих в результате сложных цепных реакций, связанных как с прямым, так и с косвенным воздействием человечества на среду.

Прогноз использования природных ресурсов – предварительное определение объема природных ресурсов, которые могут быть вовлечены в хозяйственный оборот, с учетом экологических, социальных, технических и экологических ограничений и возможностей; производится на некоторый срок как теоретическая (экспертная или расчетная) прикидка.

Прогноз, таким образом, представляет собой специфический вид познания, где прежде всего проводят исследования не того, что есть, а того, что будет.

Прогнозирование – совокупность приемов мышления, позволяющих на основе ретроспективного анализа внешних и внутренних связей, присущих объекту, а также их вероятных изменений в рамках рассматриваемого явления или процесса вынести суждения определенной достоверности относительно его будущего развития.

Экологическое прогнозирование – предсказание возможного поведения природных систем, определяемого естественными процессами и воздействием на них человечества.

Когда речь идет о природном экологическом равновесии, то подразумевается, что это равновесие очень подвижно. Завтра природа будет не той, что сегодня. Если же на нее осуществляется какое-то воздействие, то она будет еще и не той, что была бы в своем саморазвитии. Отсюда значение прогноза в экологии трудно переоценить. **Главной целью** прогноза является **оценка** предполагаемой реакции окружающей природной среды на прямое или опосредованное воздействие человека, решение задач

будущего рационального использования природных ресурсов в связи с ожидаемыми состояниями окружающей среды. Современные прогнозы должны проводиться исходя из общечеловеческих ценностей, оснавными из которых являются человек, его здоровье, качество окружающей среды, сохранение планеты Земля как человека.

Виды прогнозов. Прогнозы можно подразделить по времени, масштабам прогнозируемых явлений и содержанию.

По времени упреждения различают следующие виды прогнозов: **сверхкратковременные** (до одного года), **краткосрочные** (до 3–5 лет), **среднесрочные** (до 10–15 лет), **долгосрочные** (до нескольких десятилетий вперед), **сверхдолгосрочные** (на тысячелетия и более вперед).

Можно утверждать, что будущее управляется из настоящего. Однако, чем долгосрочнее прогнозы, тем они менее точны – это непреложный факт.

По масштабам прогнозируемых явлений прогнозы делятся на четыре группы: глобальные (их называют также физико-географическими), региональные (в пределах нескольких стран мира), национальные (государственные), локальные (край, область, иногда административный район или еще меньшая территория, например, заповедник).

По содержанию прогнозы относятся к конкретным отраслям наук: геологические, метеорологические и др. В географии комплексный прогноз относят к общенаучным.

Особенности прогнозирования в природопользовании таковы:

1. Природа развивается по своим законам, мы же можем только приблизиться к истине (абсолютной) о законах ее развития, и наши знания о них всегда относительные, так как объективный мир бесконечен, бесконечны свойства и качества материи.

2. Вмешательство в природную среду большей частью обусловлено законами, которые действуют в человеческом обществе; «состыковать» эти законы (природы и общества) нелегко.

3. Природные ресурсы и объекты планеты взаимосвязаны, взаимообусловлены. Они взаимосвязаны с космическими телами, другими планетами. Прогнозировать с вероятностью можно с учетом только всего этого, что весьма трудное дело.

4. В связи с тем что объектом прогноза является в конечном счете «выход на человека», то здесь также есть трудности: на состояние, на здоровье человека влияют не только природные условия, но и общественный фактор. Учесть же это полно тоже не удается. Кроме того, экспериментировать на человеческом организме нельзя. Многие опыты проводятся на других организмах, дальше по аналогии выдаются рекомендации применительно (по отношению) к человеческому организму.

5. При прогнозировании последствий ухудшения состояния природной среды на человеческом организме возникают трудности учета сопротивляемости, устойчивости, приспособляемости организма человека как промежуточного звена природной среды, природных комплексов.

6. Прогнозирование природопользования должно быть осуществлено на основе прогноза социально-экономического развития на всех уровнях (регион, страна и т.д.).

7. Прогнозирование природопользования непосредственно связано с прогнозом развития научно-технического прогресса (НТП) и в первую очередь в сферах, непосредственно «выходящих» на природопользование.

8. Использование опыта и результатов международного разделения труда, территориальной организации производства.

Основные принципы прогнозирования в природопользовании следующие:

I. Системный принцип. Принцип системности предусматривает неразрывность прогнозирования во времени и пространстве на основе анализа, учета факторов, определяющих экологическое развитие. Системность предполагает взаимосвязь и взаимообусловленность методов, иерархических уровней, этапности, последовательности, очередности.

II. Принцип объективности, научной обоснованности.

III. Принцип совпадения, подтверждения, адекватности: совпадение теоретических моделей (имитация) с практическими проявлениями.

IV. Вариантность, альтернативность. В процессе составления оценки воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду в проектах и решениях обычно требуется представление альтернативного варианта как предполагаемого решения, так и ожидаемых последствий.

Реакция прогнозов, результаты прогнозирования могут быть использованы в следующих направлениях, для следующих целей:

обоснование, научный анализ перспективных направлений, долгосрочных программ рационального природопользования;

установление объективных связей в процессах социально-экономического развития и удовлетворения потребностей в природных ресурсах;

обоснование факторами природопользования альтернативных вариантов социально-экономического развития;

аргументация перспективного использования природно-ресурсного потенциала страны, регионов.

Далее рассмотрим методы прогнозирования последствий антропогенного воздействия на окружающую среду, которые можно объединить в две группы: логические и формализованные.

В связи с тем что в экологии и, в частности, в природопользовании приходится большей частью иметь дело со сложными зависимостями природного и социально-экономического характера, то в первую очередь используют **логические методы**, которые устанавливают связи между объектами. К ним относят методы индукции, дедукции, экспертных оценок, аналогии.

Методом индукции устанавливают причинные связи предметов и явлений. Индуктивным методом исследование обычно начинают со сбора фактических данных, выявляют черты сходства и различия между объектами и делают первые попытки обобщения. Так, для составления прогноза погоды необходимо провести соответствующие наблюдения и измерения, после чего можно сделать вывод в целом о погоде на сутки.

При *дедуктивном методе* идут наоборот – от общего к частному, т.е., зная общие положения и опираясь на них, приходят к умозаключению. Этот метод помогает определить стратегию прогнозных исследований. Индуктивный и дедуктивный методы тесно связаны между собой.

При отсутствии достоверных сведений об объекте прогноза и, если объект не поддается математическому анализу, тогда применяется *метод экспертных оценок*, суть которого состоит в определении будущего на основании мнения квалифицированных специалистов – экспертов, привлекаемых для вынесения оценки по проблеме. Существуют индивидуальная и коллективная

экспертизы. Для прогнозирования методом экспертных оценок специалисты используют статистические, картографические и другие материалы.

Метод аналогий исходит из того, что закономерности развития одного процесса с определенными поправками можно перенести на другой процесс, для которого необходимо составить прогноз. Этот метод зачастую применяют при разработке локальных прогнозов. Так, при прогнозировании влияния будущего водохранилища на окружающую среду можно использовать данные по уже имеющемуся водохранилищу, которое находится в сходных условиях.

Формализованные методы подразделяют на статистический, экстраполяции, моделирования и др.

Статистический метод опирается на количественные показатели, которые позволяют сделать вывод о темпах развития процесса в будущем.

Метод экстраполяций представляет собой перенесение установленного характера развития определенной территории или процесса на будущее время. Так, если известно, что при создании водохранилища при неглубоком расположении грунтовых вод на участке началось подтопление и заболачивание, то можно предположить, что в дальнейшем эти процессы здесь будут продолжаться и в конечном счете приведут к образованию болота.

В заключение следует напомнить слова Жюля Верна: «Все, что может, сбудется». Не следует отбрасывать то, что с первого взгляда несущественно. Не всегда еще человек сильнее природы. Необходимо зорко следить за всем грозным, что потенциально может сбыться».

55283

М. ӘУЕЗОВ атындағы ОҚМУ
Ақпараттық білім беру орталығы

1.3. Разработка программы экологического мониторинга

При разработке мероприятий по оздоровлению воздушного бассейна отдельного города или крупного промышленного района иногда необходимо детально изучить состояние загрязнения атмосферы в целях выделения районов, подверженных влиянию определенных источников загрязнения, уточнения распределения по территории города основных и некоторых специфических вредных веществ, наблюдения за которыми ранее не проводились, уточнения правильности расчета полей максимальных концентраций при разработках нормативов ПДВ, особенностей переноса вредных выбросов на десятки, а иногда и сотни километров от источника и изучения взаимного влияния отдельных промышленных центров на крупный промрайон. Для этого организуется комплексное обследование города или промрайона. До проведения обследования осуществляется ознакомление с общей физико-географической характеристикой района, основными источниками загрязнения и состоянием загрязнения атмосферы в различных районах города. По этим данным составляется подробный обзор состояния загрязнения атмосферы города (или промрайона), а затем разрабатывается программа комплексного обследования – мониторинга.

Она должна включать следующие работы:

1. Уточнение характеристики выбросов промышленных предприятий и автотранспорта (перечень предприятий, подлежащих обследованию; веществ, выбросы которых должны определяться; автомагистралей для определения характеристик движения с указанием периода обследования и их частоты).

2. Изучение мезометеорологического режима (определение метеопараметров, за которыми должны осуществляться наблюдения, сроков проведения наблюдений, указание точек наблюдений на карте-схеме).

3. Определение программы наблюдений: установление количества стационарных постов и дополнительных точек наблюдений с указанием их местоположения на карте-схеме города, составление перечня подлежащих контролю веществ и сроков наблюдений, перечня предприятий, в районе которых будут проведены подфакельные наблюдения, с указанием расстояний и

количества точек наблюдений, сроков наблюдений и веществ, концентрации которых будут определяться.

4. Сбор медико-биологических сведений (составление перечня показателей мест обследования и т.п.), который проводится в соответствии с методическими указаниями Министерства здравоохранения РК, а также со специальными программами по изучению влияния загрязнения атмосферы на состояние здоровья населения.

Обследование должно осуществляться по расширенной программе, включающей измерения не только на территории города, но и за его пределами, а также на различных высотах над городом, чтобы оценить дальность и высоту распространения вредных примесей от городов, их влияние на изменение концентраций во всем жизнедеятельном слое на территории города или в целом промышленного района.

Если в городе проводится систематический контроль загрязнения атмосферы, то существующая сеть пунктов принимается за репер, так как имеет длительный период наблюдений и позволяет выявлять отклонения в режиме концентрации примесей. В период обследования сеть постов значительно расширяется и уплотняется (один стационарный пост на 0,5–5 км). В зависимости от задач обследования посты располагаются на перекрестках улиц с оживленным движением, у обычных крупных автомагистралей, на разных расстояниях от мощных промышленных предприятий или промплощадок в соответствии с преобладающим направлением ветра, в жилых районах разного типа застройки, в местах отдыха населения, на территориях школ и детских садов, в формах рельефа (возвышенностях и впадинах), в районе метеостанции. Выбранные точки должны размещаться по возможности равномерно по городу на площадках с непылящим или мало пылящим покрытием на проветриваемых местах. Для выявления влияния города на окружающую местность целесообразно также установить один стационарный пост на расстоянии 1–3 км от города на наветренной стороне по преобладающему направлению ветра и на расстоянии 2–5 км на подветренной стороне.

Рекомендуется проводить наблюдения на различных уровнях над землей, в частности, путем использования телевизионных мачт,

а также с помощью вертолетов – зондирование атмосферы, сопровождаемое отбором проб воздуха.

Сроки отбора проб воздуха на стационарных и маршрутных постах зависят от программ наблюдений. Большое количество постов измерений требует значительного количества обслуживающего персонала и техники. Поэтому изучение загрязнения может проводиться последовательно в отдельных районах города. При этом на стационарных постах наблюдения выполняются постоянно, а на дополнительной сети наблюдений в отдельных районах города – периодически в течение двух месяцев года – в теплый и холодный период. В соответствии с расположением промышленных объектов город можно разделить на части, в каждой из которых имеются стационарные (реперные) посты и четыре-шесть дополнительных. Наблюдения на стационарных постах проводятся в течение всего года в рекомендованные стандартными программами сроки, а на дополнительных – в различные месяцы (июнь и декабрь, июль и январь, август и февраль).

Если обследования продолжаются более двух лет, то целесообразно менять месяцы, в которые выполняются наблюдения.

Программа обследования должна быть рассчитана на комплексное изучение в течение одного года или двух-трех лет.

Чтобы обеспечить получение статистически достоверных характеристик загрязнения атмосферы, общее количество наблюдений за одной примесью в одной точке должно быть не менее 200, на одном расстоянии от предприятий за одной примесью – не менее 50 в год.

В программе следует указать сроки подготовки результатов обобщения и анализа информации.

Работы по комплексному изучению состояния загрязнения атмосферы должны организовываться и проводиться совместно рядом заинтересованных организаций под руководством УГМ: СЭС, специализированными НИИ, предприятиями, учреждениями геолого- почвенного, медико-биологического профиля. В программе должны быть указаны задачи, решаемые каждой организацией. Для общей координации работ решением местных органов может быть создана специальная комиссия, которая сможет разместить заказы на изготовление оборудования, решить вопрос о выделении на

период обследования служебных помещений, организовать охрану приборов и установок и т.п.

Для определения максимальных значений концентраций загрязняющих веществ, которые создаются при направленных выбросах от предприятий, а также размеры зоны распространения примесей от данного предприятия организуются подфакельные наблюдения, т.е. измерения концентраций примесей под осью факела выбросов из труб промышленных предприятий.

Местоположение точек, в которых проводится отбор проб воздуха для определения концентраций вредных веществ, меняется в зависимости от направления факела.

Подфакельные наблюдения осуществляются в районе отдельно стоящего источника выбросов или группы источников как на территории города, так и за его пределами.

При подфакельных наблюдениях пробы отбираются на расстояниях 0,5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 15 и 30 км. Данные наблюдений на близких расстояниях от источника (0,5 км) характеризуют загрязнение атмосферы низкими источниками и неорганизованными выбросами, а на дальних – сумму от низких, неорганизованных и высоких выбросов.

Измерения концентраций выполняются в центральных (осевых) точках, расположенных по оси факела на различных расстояниях от источника выброса, и в точках слева и справа от линии, перпендикулярной оси факела. Расстояние между точками зависит от ширины факела: по мере удаления от источника выброса оно увеличивается и может колебаться от 50 до 300 – 400 м.

Проведение отбора проб в зоне влияния факела предприятия на разных расстояниях от источника дает возможность проследить изменение концентраций вдоль факела и получить более достоверные данные. В случае изменения направления факела наблюдения перемещаются в зону его влияния.

Более часто следует выполнять наблюдения на расстояниях 10–40 средних высот труб от источника, где особенно велика вероятность появления максимума концентраций. Наблюдения ведутся за специфическими веществами, характерными для данного предприятия, и с таким расчетом, чтобы на каждом расстоянии от источника было не менее 50 измерений каждого вещества.

При выполнении подфакельных наблюдений наиболее существенной частью работы является установление направления

факела и выбор точек отбора проб. Направление факела определяется по визуальным наблюдениям за очертаниями дыма. Если дымовое облако отсутствует, то направление факела устанавливается по направлению ветра (по данным шаропилотных наблюдений) на высоте выброса, по запаху вредных веществ, характерных для обследуемого источника, и по видимым факелам близлежащих источников.

Пробы воздуха под факелом отбираются на высоте 1,5 – 3,5 м от поверхности земли в соответствии с методикой, применяемой при наблюдениях на стационарном посту. Подфакельные наблюдения следует выполнять в сроки проведения измерений на стационарных и маршрутных постах и дополнительно в другие сроки, чтобы изучить распределение максимальных концентраций в различные часы суток.

Измерение уровня загрязнения воздуха, обусловленного выбросами автотранспорта, осуществляется в комплексе с измерением уровня загрязнения выбросами промышленных источников, но может быть и самостоятельным. Оценка состояния загрязнения атмосферного воздуха на автомагистралях и в прилегающей жилой застройке может быть проведена на основе определения в воздухе содержания как основных компонентов выхлопных газов (оксида углерода, углеводородов, оксидов азота, акролеина, формальдегида, соединений свинца), так и продуктов их фотохимических превращений (озона и др.).

Для изучения особенностей загрязнения воздуха выбросами автотранспорта организуют специальные наблюдения, в результате которых устанавливают:

максимальные значения концентраций основных примесей, выбрасываемых автотранспортом в районах автомагистралей, и период их наступления при различных метеоусловиях и интенсивности движения транспорта;

границы зон и характер распределения примесей по мере удаления от автомагистралей;

особенности распространения примесей в жилых кварталах различного типа застройки и в зеленых зонах, примыкающих к автомагистралям;

особенности распределения транспортных потоков по магистралям города.

Наблюдения проводят во все дни рабочей недели ежечасно, с 6 до 13 ч или с 14 до 21 ч, чередуя дни с утренними и вечерними сроками. В ночное время наблюдения ведутся 1–2 раза в неделю.

Точки наблюдения выбираются на городских улицах, в районах с интенсивным движением транспорта, и располагаются на различных участках улиц, в местах, где часто производится торможение автомобилей и выбрасывается наибольшее количество вредных примесей.

Места для размещения приборов выбираются на тротуаре, на середине разделительной полосы при ее наличии и за пределами тротуара, на расстоянии половины ширины проезжей части одностороннего движения. Пункт, наиболее удаленный от автомагистрали, должен располагаться не менее чем в 0,5 м от стены здания. На улицах, пересекающих основную автомагистраль, пункты наблюдения устанавливаются на краях тротуаров и на расстояниях, превышающих ширину магистрали в 0,5, 2, 3 раза.

Интенсивность движения определяется путем учета числа проходящих транспортных средств, которые делятся на пять основных категорий: легковые и грузовые автомобили, автобусы, дизельные автомобили и автобусы, мотоциклы – ежедневно в течение 2–3 недель в период с 3–6 до 21–23 ч, а на транзитных автомагистралях – в течение суток. Количество проходящих транспортных единиц подсчитывается в течение 20 мин, каждого транспорта – каждые 20 мин. Средняя скорость движения транспорта определяется на основе показателей спидометра автомашины, движущейся в потоке транспортных средств, на участке протяженностью от 0,5 до 1 км данной автомагистрали. На основании результатов наблюдений вычисляются средние значения интенсивности движения автотранспорта в течение суток.

1.4. Глобальный экологический мониторинг. Экологический мониторинг в Республике Казахстан

В 1972 г. на Стокгольмской конференции ООН по ОС была сформулирована необходимость создания глобальной системы мониторинга ОС (ГСМОС) (рис. 3). Задачами этой системы являются:

осуществление наблюдений за состоянием ПС, в первую очередь за уровнем ее загрязнения;

прогноз антропогенных изменений состояния среды в глобальном масштабе;

оценка наблюдаемого и прогнозируемого состояния среды;

оценка общих тенденций ее изменения под влиянием антропогенных факторов.

На совещании экспертов в 1974 г. были сформулированы цели глобальной системы мониторинга (Престон, Париж, 1980):

1. Расширение системы оповещения об угрозе здоровью человека.

2. Оценка глобального загрязнения атмосферы и его влияния на климат.

3. Оценка интенсивности и распределения загрязнения веществ в биологических системах, особенно в пищевых цепочках.

4. Оценка критических проблем, возникающих в результате сельскохозяйственной деятельности и землепользования.

5. Оценка ответной реакции наземных экосистем на воздействия ОС.

6. Оценка состояния загрязнения океана и его воздействия на морские экосистемы.

7. Улучшенная система международного оповещения о бедствиях.

Составной частью глобального мониторинга является климатический мониторинг. Организация его необходима для получения данных для изучения климата, понимания его возможных изменений и колебаний, для практической деятельности человеческого общества (Израэль, 1980).

Мониторинг климата включает измерение основных метеорологических величин, мониторинг атмосферных явлений и процессов, характеризующих соответствующий режим погоды (климата). При этом измеряются температура воздуха, включая ежедневные экспериментальные значения, атмосферное давление, влажность воздуха, скорость, направление ветра, интенсивность осадков, состояние облачности, включая нижнюю границу, проводятся наблюдения за составом атмосферы.

Для понимания изменений климата необходима информация о состоянии климатической системы атмосфера–океан–поверхность суши (с реками и озерами) – биота. К этому направлению относятся:

1. Мониторинг состояния подстилающей поверхностности, энерго- и массообмена между атмосферой и подстилающей поверхностью.



Рис. 3. Государственная система экологического мониторинга

2. Измерения площади морского, речного, озерного льда, ледников, зон вечной мерзлоты, площади и объема снежного покрова на суше.

3. Измерения поверхности и биомассы растительного покрова, площади зон опустынивания.

4. Измерения влагосодержания в почве и растительности, наблюдения за циркуляцией океана, оптических свойств атмосферы, состояния атмосферы.

Вторым направлением климатического мониторинга является мониторинг факторов, как внутренних, так и внешних по отношению к Земле. Внешние факторы воздействия на климат обусловлены влиянием Солнца и галактических изучений. К внутренним относятся выбросы различных веществ и тепла в биосферу.

Важное место в системе глобального мониторинга занимает мониторинг биоты – биологической составляющей биосферы Земли. При этом важную роль играют периодическое картирование биосферы и определение площадей, занятых естественными и антропогенными экосистемами, их временных изменений. Особый интерес представляет картирование урбанизированных территорий, районов опустынивания, вырубки и насаждения лесов, динамики прибрежных зон, орошаемых и неорошаемых сельскохозяйственных угодий, районов вечной мерзлоты, заболоченных земель, открытых горных выработок.

Интегральные показатели состояния биоты следующие: сбалансированность биологической продуктивности, выражающаяся отношением первичной и вторичной биологической продуктивности; скорость образования биологической продукции, выражающаяся отношением продуктивности к общей биомассе; интенсивность круговорота биогенных веществ.

Ключевую роль при этом играют дистанционные методы мониторинга, особенно мониторинг с помощью космических средств наблюдения и картирования.

Глобальный мониторинг базируется на наблюдениях других уровней –импактном (локальном), региональном, фоновом. В табл. 3 приведена классификация загрязняющих веществ по классам приоритетности, где уровень мониторинга обозначен следующим образом: И – импактный; Р – региональный; Ф – фоновый.

Экологический мониторинг в РК в основном входит в задачи государственных учреждений. В настоящее время эту работу выполняет РГП «Казгидромет». Мониторинг атмосферного воздуха в РК осуществляется в 33 городах и поселках. Из общего числа стационарных постов наблюдения выделяются 44 опорных поста, которые служат для выявления сезонных и многолетних изменений уровня загрязнения атмосферного воздуха, а также для сравнения степени его загрязнения в различных городах. Число стационарных постов, их размещение в каждом конкретном населенном пункте определялись с учетом численности населения, рельефа местности, фактического уровня загрязнения на основе действующих нормативных документов. Контролируется загрязнение воздуха в районах, где интенсивно ведется нефтегазодобыча, в частности на Карачаганакском, Тенгизском, Жанажольском, Узенском нефтегазовых и газоконденсатных месторождениях Западного

Таблица 3. **Классификация загрязняющих веществ по классам приоритетности**

Класс приоритетности	Загрязняющее вещество	Среда	Тип программы измерений
1	Диоксид серы + взвешенные частицы	Воздух	И, Р, Г
2	Озон	<<	И, Р (в стратосфере)
	ДДТ и другие хлорорганические соединения	Биота, человек	И, Р
	Кадмий и его соединения	Пища, человек, вода	И
3	Нитраты, нитриты	Питьевая вода, пища	И
	Оксиды азота	Воздух	И
4	Ртуть и ее соединения	Пища, вода	И, Р
	Свинец	Воздух, пища	И
	Диоксид углерода	Воздух	Г
5	Оксид углерода	<<	И
	Нефтепродукты	Морская вода	Р, Г
6	Флуориды	Свежая вода	И
7	Асбест	Воздух	И
	Мышьяк	Питьевая вода	И
8	Микротоксины	Пища	И, Р
	Микробиологические загрязнения	<<	И, Р
	Реактивные углеводороды	Воздух	И

Казахстана. Подфакельные наблюдения на передвижных постах выполнялись в Южном Казахстане в городах Шымкент и Тараз, для изучения загрязнения воздуха выбросами крупных промышленных предприятий.

Наблюдения на стационарных постах проводились по полной программе в 01, 07, 13, 19 часов местного времени в Астане, Актобе, Алматы, Жезказгане, а в остальных городах – по сокращенной программе в 07, 13, 19 часов. Наряду с наблюдением загрязнения атмосферы осуществляются наблюдения за метеорологическими параметрами, определяющими рассеивание примесей в атмосфере городов и населенных пунктов, рассчитывается индекс загрязнения атмосферы.

Национальная система мониторинга построена по иерархическому принципу и состоит из нескольких уровней:

первый (низший) уровень – станции, на которых ведутся наблюдения, определенная обработка и обобщение данных;

второй уровень – территориальные региональные центры, где осуществляются обобщение, анализ материалов, а также составляются различные местные прогнозы и оценка ОС на территории этих центров;

третий (высший) уровень – Казгидромет, который дает прогнозы и оценки состояния ОС в национальном масштабе.

Вся передаваемая информация о загрязнении компонентов природной среды по степени срочности делится на три категории:

1. Экстренная информация – содержит сведения о резких изменениях уровня загрязнения, вызванных неблагоприятными гидрометеорологическими условиями или стихийными явлениями природы, или отрицательным антропогенным воздействием. Эта информация в установленном порядке немедленно сообщается местным и республиканским государственным органам, а также всем заинтересованным хозяйственным объектам для принятия соответствующих безотлагательных мер.

2. Оперативная информация – охватывает местный период и включает анализ данных наблюдений и других сведений, проводится на местах, результаты анализа передаются в Казгидромет, который, в свою очередь, извещает органы государственного управления о текущей обстановке.

3. Режимная информация – охватывает годовой период наблюдений и отражает общее состояние и динамику загрязнения природных сред, тенденции в этой области, содержит анализ причин и последствий загрязнений и служит для планирования мероприятий по охране ОС, разработки общегосударственной политики в данной области, составления долгосрочных (20–30) лет прогнозов развития экономики, оптимального использования природных ресурсов. Распространяется аналогично остальным видам информации.

Глава 2. АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ АНТРОПОГЕННОГО И ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОСФЕРУ

2.1. Преднамеренные преобразования. Попутные изменения. Прямое и косвенное антропогенное воздействие

Как известно, за последние 100 лет резко увеличилась численность населения Земли и еще более резко выросло промышленное производство, производство энергии и продуктов сельского хозяйства. В результате потоки вещества и энергии, вызываемые деятельностью человека, стали составлять заметную долю от общей величины биогенного круговорота. Человечество стало оказывать заметное влияние на функционирование биосферы.

Биологический человек уже на предысторической фазе развития отличался от всех других подобных по размеру млекопитающих исключительной подвижностью, проходя за сутки обычно вдвое большее расстояние, чем они. Люди жили в условиях энергетической недостаточности и вынуждены были охранять огромную кормовую территорию, в которой периодически или постоянно кочевали. И, несмотря на это, они долгое время находились в рамках весьма скромного энергетического баланса.

Расход энергии на одного человека (ккал/сут) в каменном веке был около 4 тыс., в аграрном обществе – 12 тыс., в индустриальную эпоху – 70 тыс., а в передовых развитых странах конца XX столетия – 230–250 тыс., т.е. в 58–60 раза больше, чем у наших далеких предков.

Рост народонаселения требует увеличения производства продуктов питания, создания новых рабочих мест и расширения промышленного производства.

Антропогенный круговорот вещества конца XX столетия на Земле представлен на рис. 4.

Под антропогенным воздействием понимают деятельность, связанную с реализацией экономических, военных, рекреационных, культурных и других интересов человека, вносящую физические, химические, биологические и другие изменения в ОПС.

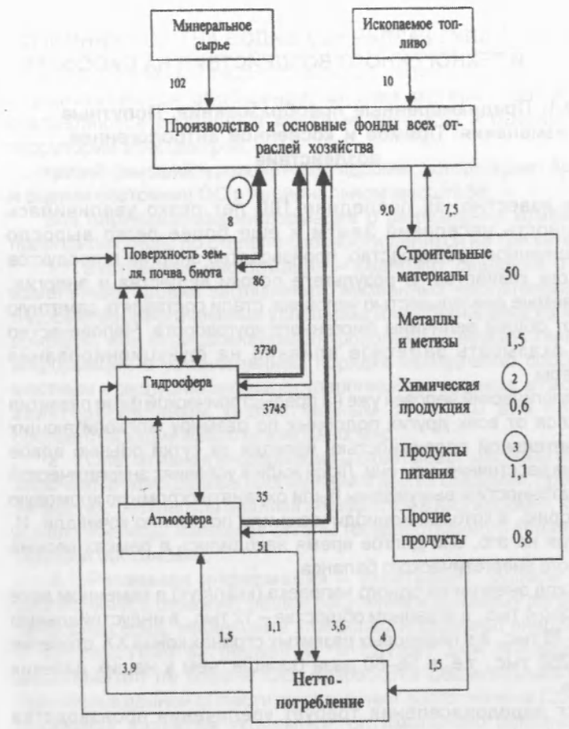


Рис. 4. Глобальный антропогенный материальный баланс (ориентировочные данные 1990 г., Гт/год), по *Т.А.Акимовой, В.В.Хаскину,* 1994. Двойные стрелки – потоки потребления; одинарные стрелки – потоки отходов и загрязнения среды. Условные обозначения (в кружках): 1 – потребление биомассы; 2 – в химическую продукцию входят минеральные удобрения (0,18 Гт/год) и органическая синтетика (0,12 Гт/год); 3 – указаны брутто-продукты, нетто-потребление продуктов питания составляет 0,9 Гт/год; 4 – имеются в виду все товары (продукты, вещества, материалы, изделия) индивидуального пользования

Известный эколог Б.Коммонер (1974) выделял пять, по его мнению основных, видов вмешательства человека в экологические процессы:

упрощение экосистемы в разрыв биологических циклов;

концентрация рассеянной энергии в виде теплового загрязнения.

рост ядовитых отходов от химических производств;

введение в экосистему новых видов;

появление генетических изменений в организмах растений и животных.

Подавляющая часть антропогенных воздействий носит целенаправленный характер, т.е. осуществляется человеком сознательно, во имя достижения конкретных целей (рис. 5). Существуют также антропогенные воздействия стихийные, непроизвольные, имеющие характер последствия (Котлов, 1989).

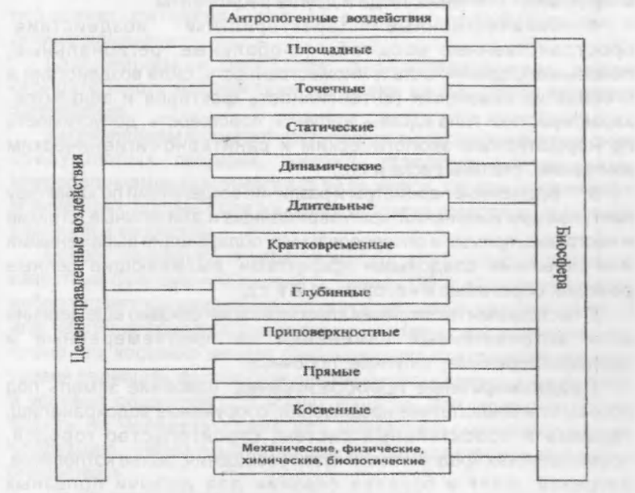


Рис. 5. Классификация целенаправленных антропогенных воздействий на биосферу

Антропогенные воздействия на экосферу и среду обитания людей подразделены по следующим категориям:

1. Общий характер процессов антропогенного воздействия, предопределяемый формами человеческой деятельности:

изменение ландшафтов и целостности природных комплексов;

изъятие природных ресурсов;

загрязнение окружающей среды.

2. Материально- энергетическая природа воздействий: механические, физические (тепловые, электромагнитные, радиационные, радиактивные, акустические), физико-химические, химические, биологические факторы и агенты, их различные сочетания.

3. Категории объектов воздействия: природные ландшафтные комплексы, поверхность земли, почва, недра, растительность, животный мир, водные объекты, атмосфера, микросреда и микроклимат обитания, люди и другие реципиенты.

4. Количественные характеристики воздействия: пространственные масштабы (глобальные, региональные, локальные), единичность и множественность, сила воздействий и степень их опасности (интенсивность факторов и эффектов, характеристики типа «доза – эффект», пороговость, допустимость по нормативным экологическим и санитарно-гигиеническим критериям, степень риска и т.п.).

5. Временные параметры и различия воздействий по характеру наступающих изменений: кратковременные и длительные, стойкие и нестойкие, прямые и опосредованные, обладающие выраженными или скрытыми следовыми эффектами, вызывающие цепные реакции, обратимые и необратимые и т.д.

С последними категориями классификации связано еще деление всех антропогенных изменений на преднамеренные и непреднамеренные, попутные, побочные.

Преднамеренные преобразования: освоение земель под посевы или многолетние насаждения, сооружение водохранилищ, каналов и оросительных систем, строительство городов, промышленных предприятий и путей сообщения, рытье котлованов, разрезов, шахт и бурение скважин для добычи полезных ископаемых, осушение болот и т.д.

К **непреднамеренным изменениям** относят загрязнение окружающей среды, изменения газового состава атмосферы,

изменения климата, кислотные дожди, ускорение коррозии металлов, образование фотохимических туманов (смогов), нарушение озонового слоя, развитие эрозионных процессов, наступление пустыни, экологические катастрофы в результате крупных аварий, обеднение видового состава биоценозов, развитие экологической патологии у населения и т.п. На первый план выступают непреднамеренные экологические изменения не только по той причине, что многие из них очень значительны и важны, а также потому, что они хуже контролируются и чреваты непредвиденными эффектами.

Нарушения основных систем жизнеобеспечения биосферы связаны в первую очередь с целенаправленными и антропогенными воздействиями. По своей природе, глубине и площади распространения, времени действия и характеру приложения они могут быть различными.

Анализ экологических последствий антропогенных воздействий позволяет разделить все их виды на положительные и отрицательные.

Главнейшим и наиболее распространенным видом отрицательного воздействия человека на биосферу является загрязнение.

Загрязнением называют поступление в окружающую природную среду любых твердых, жидких, газообразных веществ, микроорганизмов или энергии (в виде звуков, шумов, излучений) в количествах, вредных для здоровья человека, животных, состояния растений и экосистем.

Более развернутую характеристику этого понятия приводит известный французский ученый Ф. Рамад (1981): «Загрязнение есть неблагоприятное изменение окружающей среды, которое целиком или частично является результатом человеческой деятельности, прямо или косвенно меняет распределение приходящей энергии, уровня радиации, физико-химические свойства окружающей среды и условия существования живых существ. Эти изменения могут влиять на человека прямо или через сельскохозяйственную продукцию, через воду или другие биологические продукты (вещества)».

По объектам загрязнения различают загрязнения поверхностных и подземных вод, загрязнения атмосферного воздуха, почв и т.д. В

последние годы актуальными стали и проблемы, связанные с загрязнением околоземного космического пространства.

Источниками антропогенного загрязнения, наиболее опасного для популяции любых организмов, являются промышленные предприятия. Природными загрязнениями могут быть пыльные бури, вулканический пепел, селевые потоки и др.

По видам загрязнений выделяют химическое, физическое и биологическое. По масштабам и распространению загрязнение может быть локальным (местным), региональным, глобальным.

Количество загрязненных веществ в мире огромно, и число их по мере развития новых технологических процессов постоянно растет. В этом отношении «приоритет», как в локальном, так и в глобальном масштабе отдается следующим загрязняющим веществам:

1) диоксид серы (с учетом эффектов вымывания SO_2 из атмосферы и попадания образующихся H_2SO_4 и SO_4^{2+} на растительность, почву и в водоемы).

2) Тяжелые металлы, в первую очередь свинец, кадмий и особенно ртуть (с учетом цепочек ее миграции и превращения в высокотоксичную метилртуть).

3) Некоторые канцерогенные вещества, в частности бенз(а)пирен.

4) Нефть и нефтепродукты в морях и океанах.

5) Хлорорганические пестициды (в сельских районах).

6) Оксид углерода и оксиды азота (в городах).

Этот перечень, безусловно, должен быть дополнен радионуклидами и другими радиоактивными веществами, пагубные последствия воздействия которых на человеческую популяцию и экосистемы в полной мере проявились после атомной бомбардировки Японии и аварии на Чернобыльской АЭС, а также подземных ядерных взрывов, проведенных на территории Атырауской области в солевом куполе "Галит" (см. табл. 5).

Следует упомянуть и диоксины – весьма опасные загрязняющие вещества из класса хлоруглеводородов.

Под видами загрязнений понимают также любые нежелательные для экосистем антропогенные изменения.

Без преувеличения можно отметить, что воздействие человека на биосферу в целом и на отдельные ее компоненты достигло к настоящему времени беспрецедентных размеров. Современное

состояние планеты Земля оценивается как глобальный экологический кризис. Особенно повысились темпы роста ингредиентных и параметрических загрязнителей, причем как в количественном, так и в качественном отношении. Негативные тенденции этих воздействий на человека и биоту носят не только выраженный локальный, но и глобальный характер.

2.2. Основные виды и компоненты техногенных загрязнений, количество и условия их образования (на примере предприятий нефтегазовой и химической промышленности)

Различают естественные и антропогенные источники загрязнения атмосферы.

Естественное загрязнение атмосферы происходит при извержении вулканов, выветривании горных пород, пыльных бурях, лесных пожарах и других стихийных явлениях.

Антропогенное загрязнение атмосферы – следствие работы промышленных предприятий, автотранспорта и сжигания топлива.

Долгое время было наиболее распространено загрязнение воздуха от сжигания топлива, в основном угля, в отопительных системах. В настоящее время наибольшую опасность представляют выбросы промышленных предприятий и автотранспорта.

Основными источниками антропогенного загрязнения атмосферы являются промышленность, сельское хозяйство, транспорт, энергетика и т.д.

В развитии нефтегазовой отрасли в РК особое место занимает Атырауская (бывшая Гурьевская) область, где с 1899 г. ведутся разработка, добыча, транспортировка, переработка нефти и газа. За это время ресурсы 24 месторождений выработаны. В разработке находятся 43 месторождения; ресурсы 18 месторождений подготовлены к освоению; разведка проводится на 9 месторождениях.

Объем выбросов вредных веществ в атмосферу коррелирует с объемом добычи нефти (рис. 6, 7).

Более 80% общих выбросов от стационарных источников приходится на ТОО «Тенгизшевройл», АО «Эмбамунайгаз», АО «Тенгизмунайгаз», Атырауский нефтеперерабатывающий завод и Атыраускую ТЭЦ.

В выбросах нефтехимического комплекса ТОО «Тенгизшевройл» обнаружено 39 соединений, являющихся токсичными веществами.

В связи с увеличением добычи нефти и ростом количества транспортных средств повышаются объемы выбросов в атмосферу ядовитых веществ. Если в 1985 г. выбросы в атмосферу от стационарных источников и автотранспортных средств суммарно составляли 94,96 тыс. т, то в 1997 г. количество их достигло 203,99 тыс. т.

Антропогенное воздействие на атмосферу может быть как прямым, так и косвенным. Косвенное воздействие – результат нарушения человеком экологического равновесия в других компонентах биосферы, отражающийся в конечном счете на состоянии атмосферы. К нему могут быть отнесены сведение лесов на больших площадях, распашка обширных территорий, создание крупных водохранилищ, изменение направления стоков рек, мелиоративные работы, массовая добыча полезных ископаемых открытым способом. Изменения свойств и характеристик поверхности планеты влияют на обменные процессы в энергетической системе Земля – атмосфера, на поверхностное альбедо, термические характеристики земной поверхности и соответственно на отдачу тепла в атмосферу, влагосодержание поверхности, изменение которого вызывает перераспределение влагообмена между поверхностью планеты и атмосферой в пространстве и времени.

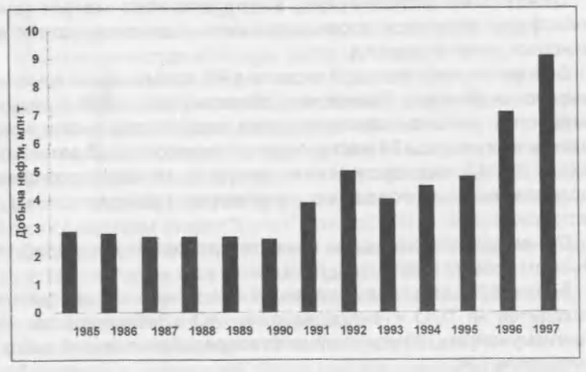


Рис. 6. Динамика роста объема добычи нефти по Атырауской области

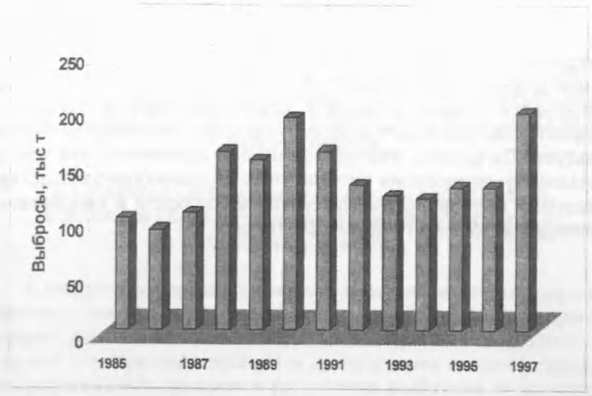


Рис. 7. Динамика роста выбросов в атмосферу по Атырауской области

Источниками прямого воздействия на атмосферу антропогенных примесей являются теплоэнергетика, промышленность, нефтегазопереработка, транспорт и другие отрасли. Каждый из этих источников или отраслей производства характеризуется выбросами специфических примесей; состав последних насчитывает десятки тысяч веществ, выявление и идентификация которых бывают весьма затруднительны. К наиболее распространенным выбросам промышленности относятся: зола, оксид цинка, силикаты, хлорид свинца, диоксид и триоксид серы, сероводород, альдегиды, углеводороды, смолы, оксид и диоксид азота, аммиак, озон, оксид и диоксид углерода, фторводород, хлорводород, радиоактивные газы, пыли и аэрозоли.

Ежегодно в результате сжигания топлива в атмосферу поступает (с учетом очистки) более 20 млрд т диоксида углерода и более 700 млн т других паро- и газообразных соединений. Несмотря на то, что загрязненность атмосферы, например углекислым газом, составляет 0,032%, диоксидом серы – 0,000003% ПДК (при поступлении 150 млн т в год), в промышленно развитых районах эти концентрации диоксида серы превышают среднее значение примерно в 1400 раз.

Распространение атмосферных токсикантов определяется горизонтальным и вертикальным направлениями движения воздушных течений и отдельных потоков. Их концентрация в значительной мере зависит от температуры воздуха, наличия облачности, тумана, осадков и других факторов, влияющих на скорость вертикального и горизонтального перемещения слоев воздуха. Дальность распространения загрязнений зависит от времени существования того или иного загрязняющего вещества в воздухе и метеорологических условий, скорости и направления потоков в атмосфере и других факторов.

Глава 3. КЛАССИФИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ. РЕАКЦИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ, ИСТОЧНИКОВ И ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ, ОХВАТЫВАЕМЫХ СИСТЕМОЙ МОНИТОРИНГА

3.1. Локальные источники. Факторы воздействия. Состояние среды. Реакция биоты, крупных систем, биосферы в целом

К настоящему времени накоплены многочисленные научные данные о том, что загрязненность атмосферы, особенно в крупных городах, достигла опасных для здоровья людей размеров. Известно немало случаев заболеваний и даже смерти жителей городов индустриальных центров в результате выбросов токсических веществ промышленными предприятиями и транспортом при определенных метеорологических условиях. В литературе часто упоминаются катастрофические случаи отравления людей в долине Маас (Бельгия), в г. Доноре (США), в Лондоне, Лос-Анджелесе, Питсбурге и ряде других городов Западной Европы и США, а в последние годы и в городах Японии.

Диоксид кремния и свободный кремний, содержащиеся в летучей золе, являются причиной тяжелого заболевания легких, развивающегося у рабочих «пыльных» профессий, например у горняков, работников коксохимических, угольных, цементных и ряда других предприятий. Ткань легких заменяется соединительной тканью, и эти участки перестают функционировать. У детей, проживающих вблизи мощных электростанций, не оборудованных пылеуловителями, обнаруживают изменения в легких, сходные с формами силикоза. Большая загрязненность воздуха дымом и копотью, продолжающаяся в течение нескольких дней, может вызвать отравление людей со смертельным исходом.

Особенно губительно действует на человека загрязнение атмосферы в тех случаях, когда метеорологические условия способствуют застою воздуха над городом.

Содержащиеся в атмосфере вредные вещества влияют на человеческий организм при контакте с поверхностью кожи или

слизистой оболочкой. Наряду с органами дыхания загрязнители поражают органы зрения и обоняния, а воздействуя на слизистую оболочку гортани, могут вызвать спазмы голосовых связок. Вдыхаемые твердые и жидкие частицы размерами 0,6–1,0 мкм достигают альвеол и абсорбируются в крови, некоторые накапливаются в лимфатических узлах.

Загрязненный воздух раздражает большей частью дыхательные пути, способствуя возникновению бронхита, эмфиземы, астмы. К раздражителям, вызывающим эти болезни, относятся SO_2 и SO_3, азотистые пары, HCl, HNO_3, H_2SO_4, H_2S, фосфор и его соединения. Пыль, содержащая оксиды кремния, обусловливает тяжелое легочное заболевание – силикоз. Исследования, проведенные в Великобритании, показали очень тесную связь между атмосферным загрязнением и смертностью от бронхитов.

Уличные глазные травмы, вызываемые летучей золой и другими загрязнителями атмосферы, в промышленных центрах достигают 30–60% всех случаев глазных заболеваний, которые очень часто сопровождаются различными осложнениями, конъюнктивитами.

Признаки и последствия действий загрязнителей воздуха на организм человека проявляются большей частью в ухудшении общего состояния здоровья: появляются головные боли, тошнота, чувство слабости, снижается или теряется трудоспособность. Отдельные загрязняющие вещества дают специфические симптомы отравления. Например, хроническое отравление фосфором первоначально выражается болями в желудочно-кишечном тракте и пожелтением кожного покрова. Эти симптомы сопровождаются потерей аппетита и замедлением обмена веществ. В дальнейшем отравление фосфором приводит к деформации костей, которые становятся все более хрупкими. Снижается сопротивляемость организма в целом.

Признаки отравления сернистым ангидридом замечают по характеру привкусу и запаху. В концентрации 6–20 $см^3/м$ он вызывает раздражение слизистых оболочек носа, горла, глаз, раздражаются увлажненные участки кожи. Вдыхание SO_2 вызывает болезненные явления в легких и дыхательных путях, иногда возникают отек легких, глотки и паралич дыхания. Действие сероуглерода сопровождается тяжелыми нервными расстройствами, нарушением умственной деятельности.

Особенно опасны полициклические ароматические углеводороды типа 3,4-бенз(а)пирена ($C_{20}H_{12}$), образующиеся при неполном сгорании топлива. По данным ряда ученых они обладают канцерогенными свойствами.

Наконец, различные проявления дискомфорта в связи с загрязнением воздуха – неприятные запахи, снижение освещенности и другие – психологически отрицательно действуют на людей.

Находящиеся в атмосфере и выпадающие на поверхность земли вредные вещества поражают животных через дыхательные органы и проникают в организм вместе со съедобными запыленными растениями. При поглощении больших количеств вредных загрязняющих веществ животные могут получить острые отравления. Хроническое отравление животных фтористыми соединениями получило среди ветеринаров название «промышленный флюороз», который возникает при поглощении животными корма или питьевой воды, содержащих фтор. Характерным признаком является старение зубов и костей скелета.

Пчеловоды некоторых районов Франции, ФРГ и Швеции отмечают, что вследствие отравления фтором, оседающим на медоносных цветах, наблюдается повышенная смертность пчел, уменьшается количество меда и резко снижается численность пчелиных семей.

Действие молибдена на жвачных животных наблюдалось в Англии, в штате Калифорния (США) и в Швеции. Молибден, проникающий в почву, препятствует поглощению растениями меди, а отсутствие меди в пище у животных вызывает потерю аппетита, массы. При отравлении мышьяком на теле крупного рогатого скота появляются изъязвления.

В ФРГ отмечалось сильное отравление свинцом и кадмием серых куропаток и фазанов, а в Австрии свинец накапливался в организмах зайцев, которые питались травой вдоль автострад. Трех таких зайцев, съеденных за одну неделю, вполне достаточно, чтобы человек мог заболеть в результате свинцового отравления.

3.2. Классификация загрязнителей воздуха

Воздействие загрязняющих веществ на окружающую среду зависит от их физических и химических свойств, свойств продуктов деструкции и концентрации тех и других в выбросах и ОС. Важнейшим параметром, определяющим масштабы распространения загрязнителя в атмосфере, является время его жизни в ней.

Исходя из этого выбросы загрязняющих веществ или сами загрязнители делятся на три типа:

1. Приводящие к загрязнению в глобальном масштабе – выбросы веществ с большим временем жизни в атмосфере (годы или месяцы), способные распространяться в окружающей среде в глобальном масштабе независимо от места их выброса (углекислый газ, фреоны, радионуклиды с периодом от одного месяца и больше).

2. Приводящие к загрязнению в региональном масштабе (регион может охватывать территории нескольких государств) – выбросы веществ с ограниченным (обычно до нескольких сутков) временем жизни в атмосфере, приводящие к загрязнению крупного региона, за пределами которого концентрация загрязнителя быстро падает, однако в следовых количествах может наблюдаться повсеместно (оксиды серы и азота, пестициды, тяжелые металлы);

3. Приводящие к загрязнению в локальном масштабе (на сравнительно небольшой территории) – выбросы веществ с малым временем жизни в атмосфере (грубодисперсные аэрозоли, сероводород и другие вещества, а также некоторые представители предыдущего типа).

В зависимости от периодичности различают выбросы постоянные (или непрерывные) и периодические (залповые), в том числе аварийные. Газообразные загрязнители или аэрозоли выбрасываются в атмосферу через дымовые трубы, аэрационные фонари и различные вентиляционные устройства. В зависимости от их высоты источники выбросов подразделяются на высокие (H>50 м), средней высоты (H=10 – 50 м), низкие (H=2 – 10 м), наземные (H<2 м).

Существуют два вида источников загрязнения атмосферы – естественные и антропогенные (рис. 8).

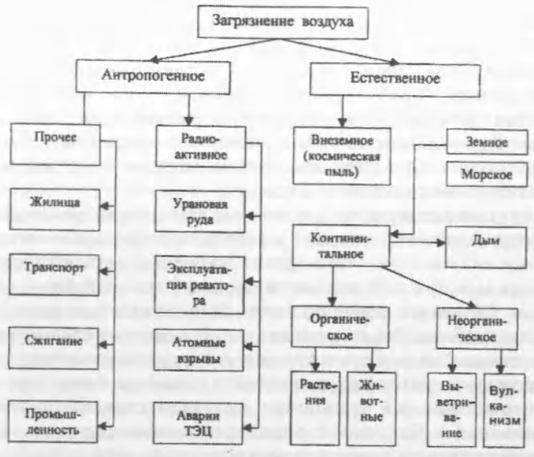


Рис. 8. Основные источники загрязнения воздуха

3.3. Химические реакции загрязнителей в атмосфере

Химический состав выбросов в атмосферу различен. Он зависит от вида топлива, способа его сгорания, состава производственного сырья, технологии производства и т.д. Например, выплавка чугуна сопровождается выделением доменных газов, которые насыщены частицами пыли различного химического состава. При этом часто наблюдаются густые дымы рыжего цвета, получившие название «лисий хвост». При производстве цинка, свинца, меди и других цветных металлов выделяются преимущественно производные серы и углерода. Дымы алюминиевых и суперфосфатных заводов загрязняют атмосферу фторидами. При производстве азотной кислоты преобладают оксиды азота, аммиак и оксид углерода. При производстве бумаги доминируют выбросы сернистых соединений. Они же преобладают в валовых выбросах при сжигании ископаемого топлива, серосодержащих руд, работе теплоэлектроцентралей.

Выброшенный в воздух диоксид серы сохраняется в воздухе недолго. С ним происходят различные превращения, являющиеся

частью общего цикла серы в биосфере. Под воздействием ультрафиолетовой радиации диоксид серы превращается в серный ангидрид, а затем в серную кислоту, которая образует очень токсичный туман. Подсчитано, что США ежегодно выбрасывают в воздух 26 млн т, Европа – 60 млн т диоксида серы. При этом 93% выбросов приходится на северное полушарие и только 7% – на южное. В результате все чаще выпадают «кислотные дожди», отрицательно воздействующие на леса, которые катастрофически засыхают во многих странах Европы.

С каждом годом растет загрязнение атмосферы производными углерода, особенно оксидом углерода. Автомашины являются главным источником этого газа. Подсчитано, что 80% оксида углерода машина выбрасывает в первые 2 мин при 23-минутном пробеге. Объем его может достигать 11% объема всех выхлопных газов автомобиля. С выхлопными газами выделяются также оксиды азота, свинец, хлор и другие примеси. Каждый автомобиль за год выбрасывает в атмосферу в среднем 1 кг свинца в виде аэрозоля.

Автомобильный транспорт является главной причиной образования в больших городах фотохимического смога. Он возникает в период температурных инверсий, когда загрязненный воздух зажат верхним теплым слоем, что предотвращает вертикальный перенос загрязнений.

Использование нефтепродуктов в качестве топлива приводит к загрязнению окружающей среды продуктами горения, включая соединения серы (SO_2 и SO_3) . При перегонке нефти большая часть серы из таких продуктов, как керосин и бензин, удаляется. В отличие от нефти и угля природный газ практически не содержит серы. В этом отношении газ является экологически чистым топливом.

Диоксид серы, образующийся при сжигании топлива, постепенно окисляется кислородом воздуха до триоксида, который сразу же реагирует с водяным паром, создавая серную кислоту, которая присутствует в воздухе в виде легкого тумана, состоящего из капель. Этот туман обладает высокой корродирующей способностью.

Диоксид серы (SO_2) оказывает вредное действие на растения, так как он, поступая внутрь листа, угнетает жизнедеятельность клеток. При этом листья растений сначала покрываются бурыми пятнами, а потом засыхают. Диоксид и другие соединения серы раздражают слизистую оболочку глаз, дыхательные пути, а продолжительное действие даже

малых концентраций SO_2 может вызвать хронический гастрит, гепатопатию, бронхит, ларингит и другие болезни.

В атмосфере SO_2 окисляется до SO_3 каталитически под воздействием следов металлов, главным образом марганца. Кроме того, газообразный и растворенный в воде SO_2 может окисляться озоном или пероксидом водорода. Соединяясь с водой, SO_3 образует серную кислоту, которая с металлами создает сульфаты. Диоксид серы существует в атмосфере от нескольких часов до нескольких дней в зависимости от влажности и других характеристик атмосферы.

Переносу SO_2 на дальние расстояния и его рассеянию в верхних слоях атмосферы способствуют высокие дымовые трубы, что снижает локальное загрязнение атмосферы.

В результате сгорания угля, нефти, газа большая часть содержащейся в них серы превращается в диоксид серы, а атмосферный азот реагирует с кислородом, образуя оксиды азота. При соединении с атмосферной влагой эти оксиды образуют серную и азотную кислоты, выпадающие с осадками. Мерой кислотности служит число ионов водорода в 1 л воды. Обычно кислотность измеряют не как отношение числа ионов водорода к числу молекул воды, а как логарифм концентрации ионов водорода, взятый с обратным знаком. Эта величина называется pH. Поскольку 1g (0,000 000·1)= 7, следовательно, pH= 7 характеризует чистую воду – не кислую и не щелочную, а нейтральную.

Кислотные дожди влияют на популяции озерных рыб, так как вода в озерах становится кислой. В результате взаимодействия кислотных осадков с кальцием и магнием, входящими в состав растворов и строительного камня, происходит деградация строительных материалов. Особому риску подвергаются скульптуры, выцветают и разрушаются краски, корродируют металлические элементы конструкций крыш и ферм мостов.

В присутствии бенз(а)пирена диоксид серы увеличивает частоту появления злокачественных опухолей, поскольку является канцерогеном. Кроме того, диоксид серы наряду с закислением озер инициирует гибель лесов.

Другим наиболее опасным загрязнителем является оксид углерода – газ, не имеющий цвета и запаха. Ранее указывалось, что самым крупным источником оксида углерода является автотранспорт. В большинстве городов свыше 90% оксида углерода в воздух попадает вследствие неполного сгорания углерода в

топливе. Если при неполном сгорании углерода образуется оксид углерода, то полное сгорание дает конечный продукт в виде диоксида углерода (CO_2). Большое содержание оксида углерода в атмосфере может привести к смерти от удушья (асфиксии).

Некоторые загрязняющие атмосферу вещества (оксиды азота и углеводороды) вступают в фотохимические реакции, в результате которых образуются новые загрязнители, в том числе озон и альдегиды. Оксиды азота образуются в результате высокотемпературного сгорания ископаемых видов топлива.

В атмосфере присутствуют пять основных азотсодержащих газов: N_2, NH_3, NO, NO_2, N_2O. Основная информация о влиянии соединений азота на организм человека, которой располагают специалисты, относится к диоксиду азота. Изначально диоксид азота составляет 10% выбросов всех оксидов азота в атмосферу, однако в ходе сложной последовательности химических реакций в воздухе значительная часть оксида азота превращается в диоксид азота, который является гораздо более опасным соединением. Диоксид азота – газ с неприятным запахом, ослабляет адаптацию глаз к темноте. Эффект воздействия диоксида азота на организм человека связан с повышением условий, затрачиваемых на дыхание. Люди с хроническими заболеваниями легких испытывают затрудненность в дыхании уже при концентрации NO_2 0,038 мг/м^3. Кроме того, как и оксид углерода, газообразный диоксид азота может связываться с гемоглобином, делая его неспособным выполнять функцию переносчика кислорода к тканям тела.

Жидкие углеводороды и жидкие производные углеводородов, попадающие в атмосферу при неполном сгорании бензина и дизельного топлива, усугубляют ситуацию, связанную с загрязнением атмосферы вредными веществами. Не следует забывать, что атмосферный воздух в городах загрязнен частицами свинца, которые образуются при работе автомобильных двигателей. В среднем содержание свинца в городском воздухе составляет 5 мкг/м^3. Примерно 75% свинца, содержащегося в бензине в виде добавок тетраэтилсвинца или тетраметилсвинца в целях улучшения его антидетонационных характеристик и устранения преждевременных вспышек горючей смеси при ее сжатии, выделяется в воздух с выхлопными газами автомобилей.

В загрязнении атмосферы вредными веществами большую роль играют такие отрасли промышленности, как металлургия, легкая промышленность, энергетика, стройиндустрия.

Глава 4. БИОЛОГИЧЕСКИЙ, ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И БИОСФЕРНЫЙ МОНИТОРИНГ

4.1. Основные задачи. Основные загрязнения ОС техногенного происхождения. Мониторинг канцерогенных веществ. Международный мониторинг окружающей среды

По эколого-экономическим результатам между главными направлениями антропогенных изменений в природе нет принципиальной разницы, поскольку загрязнение можно рассматривать как более или менее обратимое изъятие какой-то части ОС –чистой воды, чистого воздуха, возделанной земли, продуктов питания, полноценных биологических сообществ и в связи с этим лишения какой-то части здоровья и благополучия людей.

Под загрязнением в широком смысле слова понимается привнесение в экологическую среду новых (обычно не характерных для нее) физических, химических, биологических (рис. 9) и информационных агентов или техногенное превышение уровня естественных факторов, приводящее к негативным последствиям. В общем виде этим термином характеризуются все тела, вещества, процессы, которые появляются «не в том месте, не в то время и не в том количестве, какое естественно для природы».

Классификация техногенных факторов – агентов и воздействий, связанных с загрязнением, – включает такие основные категории:

1. Материально-энергетическая природа факторов: механические, физические (тепловые, электромагнитные, радиационные, волновые), химические, биологические факторы и агенты и их различные сочетания. В большинстве случаев в качестве таких агентов выступают эмиссии (т.е. испускания – выбросы, стоки, излучения и т.п.) различных техногенных источников.

2. Количественные характеристики воздействия: сила и степень опасности (интенсивность факторов и эффектов, массы, концентрации, характеристики типа «доза—эффект», токсичность, допустимость по экологическим и санитарно-гигиеническим нормам, степень опасности и риска); пространственные масштабы, распространенность (локальные, региональные, глобальные).

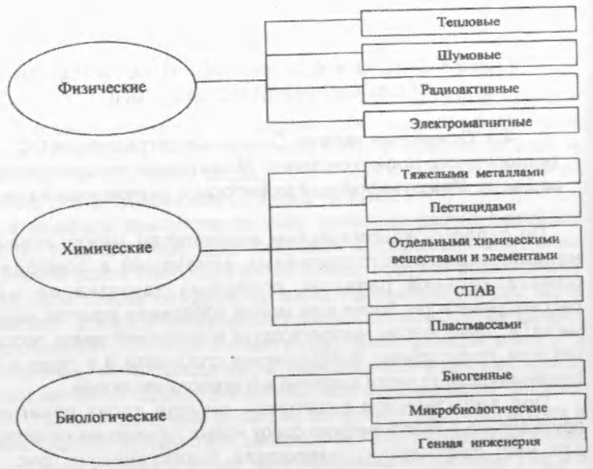


Рис. 9. Виды загрязнений окружающей среды

3. Временные параметры и различия воздействий по характеру эффектов: кратковременные и длительные, стойкие и нестойкие, прямые и опосредованные, обладающие выраженными или скрытыми следовыми эффектами, обратимые и нейтральные, актуальные и потенциальные; пороговость эффектов.

4. Категории объектов воздействия: различные живые реципиенты (т.е. способные воспринимать и реагировать) – люди, животные, растения; компоненты ОС (среда поселений и помещений, природные ландшафты, поверхность земли, почвы, водные объекты, атмосфера, околоземное пространство); изделия и сооружения.

В пределах каждой из этих категорий возможно определенное ранжирование экологической значимости факторов, характеристик и объектов, хотя в каком-нибудь конкретном случае небольшую роль может сыграть фактор, который в других случаях значения не имеет. В целом по природе и масштабам актуальных воздействий наиболее

существенны химические загрязнения, а самая большая угроза связана с радиацией.

С экологической точки зрения все продукты техносферы, не вовлекаемые в биотический круговорот, являются загрязнителями. Причем даже те, которые химически инертны, поскольку они занимают место и становятся балластом экотопов.

Загрязнения ОС относятся к непреднамеренным, хотя и очевидным, легко осознаваемым экологическим нарушениям. Они выступают на первый план не только потому, что многие из них значительны, но и потому, что они трудно контролируются и чреваты непредвиденными эффектами.

Общая масса отходов современного человечества и продуктов техносферы составляет около 140 Гт/год, из которых примерно 9 Гт образует массу изделий, т.е. «отложенный отход». Таким образом, в среднем на одного жителя планеты приходится около 22 т всех антропогенных эмиссий в год. Из 131 Гт отходов около 2,5 Гт (не считая воды) приходится на нетто-выделения всех людей, а остальные 128 Гт «чисто техногенных» отходов распределяются следующим образом: 32 Гт (25%) выбрасываются в атмосферу, 14 Гт (11%) сливаются со стоками в водоемы, 82 Гт (64%) попадают на поверхность земли.

Только часть всей массы отходов относят к загрязнителям, обладающим токсичностью. По различным оценкам, общая масса техногенных эмиссий, относимых к разным классам опасности, составляет от 5 до 8 Гт в год, т.е. примерно от 0,8 до 1,3 кг на каждого жителя Земли. Это и есть минимальная оценка глобального химического загрязнения.

Канцерогены – вещества или физические агенты, способные вызвать развитие злокачественных новообразований или способствовать их возникновению. К канцерогенным веществам относятся в основном радиационные химические элементы.

Главную радиационную опасность представляют запасы ядерного оружия и топлива и радиоактивные осадки, которые образовались в результате ядерных взрывов или аварий и утечек в ядерно-топливном цикле – от добычи и обогащения урановой руды до захоронения отходов. В мире накоплены десятки тысяч тонн расщепляющихся материалов, обладающих колоссальной суммарной активностью.

С 1946 по 1996 г. США, СССР, Великобритания, Франция, Китай произвели в надземном пространстве более 400 ядерных взрывов. На территории Атырауской области в Курмангазинском районе произведено 17 подземных взрывов (табл. 4, 5).

Таблица 4. **Сведения о подземных взрывах, произведенных на территории Курмангазинского района Атырауской области**

Дата взрыва	Мощность заряда, кг	Высота взрыва, км
19.01.57	10	13,7 (10,4)
01.11.58	10	(5,6)
03.11.58	10	(6,2)
06.09.58	10	22,7
06.10.61	40	40 (41,3)
27.10.61	1,2	300
27.10.61	1,2	150
22.10.62	300	300
28.10.62	300	150
01.10.62	300	50

Таблица 5. **Характеристика взрывов ядерных зарядов на объекте «Галит»**

Площадка	Дата взрыва	Глубина взрыва, м	Мощность заряда, кг	Продолжительность выбросов радиоактивных газов в атмосферу	Суммарный выброс, Ки
А-1	22.04.1966	160	1	20 дней	$1,9 \cdot 10^5$
А-2	01.07.1968	600	30	9 дней	$5,4 \cdot 10^6$
	25.04.1975		?	?	?
	14.10.1977		?	?	?
	30.10.1977		?	?	?
	12.09.1978		?	?	?
	30.11.1978		?	?	?
	10.01.1979		?	?	?
А-3	22.12.1971	990	70	?	?
	29.03.1976		?	?	?
А- 4	29.07.1976	1000	60	11 месяцев	500
А- 5	30.09.1977	1500	10	4 дня	$1,2 \cdot 10^5$
А-7	17.10.1978	1000	75	49 дней	3
А-8	17.01.1979	1000	70	2 дня	$4 \cdot 10^5$
А-9	18.02.1978	900	100	16 дней	200
А-10	24.10.1979	980	30	9 месяцев	5
А-11	14.07.1979	900	25	2 месяца	40
	Итого				$10 \cdot 10^5$

Многолетние систематические измерения и контроль радиационной обстановки не обнаружили ее серьезного влияния на состояние объектов ОПС. Доза облучения населения, проживающего в окрестностях АЭС, не превышает 10 мкЗв/год, что в 100 раз меньше установленного допустимого уровня.

Международный мониторинг (глобальный) осуществляется на основе международного сотрудничества, позволяет оценить современное состояние всей природной системы Земли. Наблюдения ведут базовые станции в различных регионах планеты (30–40 сухопутных и более 10 океанических). Нередко они располагаются в биосферных заповедниках.

Глава 5. МОНИТОРИНГОВАЯ СЛУЖБА В СТРАНАХ СНГ И ЗА РУБЕЖОМ

5.1. Подсистемы контроля загрязнений. Организация ведомственного и общественного контроля качества окружающей среды

Помимо государственной службы наблюдения – экологического мониторинга в систему экологического контроля входят государственный, производственный и общественный контроль.

Под государственным экологическим контролем понимают один из видов государственной административной деятельности, призванной обеспечить соблюдение экологического законодательства и выполнения природоохранных мероприятий. Контроль осуществляют законодательные и исполнительные органы, а также специально уполномоченные органы государства. Экологический контроль – важный элемент регулирования качества ОПС.

Объектами экологического контроля являются земля, недра, леса, животный мир, атмосферный воздух, природно-заповедный фонд, континентальный шельф, а также ОПС в целом.

Должностные лица органов государственного контроля имеют широкие полномочия. В частности, согласно Закону РК об ООПС, ст. 77, они имеют право:

принимать решения об организации, приостановлении и прекращении деятельности экологически вредных объектов;

налагать административный штраф в установленном размере за нарушение природоохранного законодательства;

предъявлять иски с возмещением вреда, причиненного природной среде, и направлять материалы для привлечения виновных к уголовной ответственности;

выдавать разрешения на природопользование, устанавливать нормативы выбросов, сбросов вредных веществ, назначать государственную экологическую экспертизу.

Ведомственный экологический контроль занимается выполнением правовых требований по рациональному

природопользованию и охране окружающей среды ведомственными объектами.

Различие между государственным и ведомственным экологическими контролем в том, что прежде всего в сфере осуществления ведомственный контроль ограничивается отраслевой сферой, а государственный контроль носит надведомственный характер и не находится в подчинении контролирующих органов.

Сферой производственно-экологического контроля служит производственно-хозяйственная деятельность предприятий и иных хозяйственных субъектов. Главной задачей производственного экологического контроля является проверка:

выполнение планов и мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и ООС;

соблюдение нормативов, установленных предприятию, предельно допустимых воздействий на природу;

выполнение иных требований законодательства об ОС и др.

Сотрудничество органов государственного, ведомственного и производственного экологического контроля – важный резерв повышения эффективности природоохранной деятельности на разных уровнях. Инициатива такого сотрудничества может исходить от любого субъекта.

Многое в развитии сотрудничества и обеспечении эффективного воздействия в данной сфере вследствие правового статуса зависит от позиции органов госэкоконтроля. Важно при этом реализовать не только административные методы, но и методы убеждения, воспитания.

В формировании правового механизма, взаимодействия природы и общества имеется сдвиг в направлении демократизации. Важно то, что граждане и общественные экологические объединения получили возможность участвовать в рамках права в обеспечении выполнения или контроле за выполнением экологических требований в предпринимательской и управленческой сферах на стадиях подготовки и принятия хозяйственных и управленческих экологически значимых решений.

Общественные контрольные функции по проверке выполнения экологических требований реализуются в рамках общественных слушаний по результатам оценки воздействия планируемой деятельности на ОС. При адекватном правовом регулировании

общественных слушаний граждане могут иметь сильные позиции в контроле за подготовкой экологически значимых решений. Здесь существуют два принципиальных обстоятельства.

Первое касается того, что реализация прав граждан и общественности выразить свое отношение к отводу земель под экологически опасные объекты, а также реализация экологически опасной деятельности позволяют предупредить появление новых факторов экологической направленности. Косвенно граждане и общественность имеют возможность контролировать также распоряжение природными ресурсами (ПР), находящимися в собственности государства, так как экологические обоснования лицензий на предоставление ресурсов в пользование – объект, по которому может быть проведена общественная экологическая экспертиза.

Второе обстоятельство связано с наличием правовых гарантий защиты прав граждан и общественности и их законных интересов в процессе общественного контроля за выполнением экологических требований.

Основная гарантия – право обращения в суд для обжалования незаконных действий и решений, а также бездействия госорганов, их должностных лиц, предпринимательских структур, если при этом затрагиваются экологические права и интересы граждан.

Важной формой осуществления общественного контроля за деятельностью предприятий и госорганов является затребование от них информации о природоохранной деятельности и состоянии ОС – право, которое предусмотрено рядом законов. На основе полученной информации граждане и общественность вправе обжаловать решения, действия и бездействия, нарушающие их экологические права и законные интересы в суде. С проведением общественного экологического контроля может быть связано также обжалование в суде заключения государственной экологической экспертизы, если оно противоречит требованиям законодательства, экологическим правам и интересам граждан и общественности.

Повышению эффективности экологического контроля в РК могут способствовать развитие сотрудничества и взаимодействие всех органов контроля, особенно государственного и общественного, с органами прокуратуры.

5.2. Фоновый экологический мониторинг

Фоновый (базовый) мониторинг, по Н.Ф.Реймерсу, – это слежение за общебиосферными, в основном природными явлениями без наложения на них региональных антропогенных влияний. Здесь следует отметить, что в современной научной литературе чаще используется термин «фоновый мониторинг». Понятие «базовый мониторинг» используется значительно реже.

Необходимо помнить, что «фон» – это макромасштабный устойчивый уровень состояния биосферы, на который накладываются региональные и локальные колебания. Фон является как бы начальным уровнем отсчета, превышение над которым указывает на загрязнение среды (Селезнева, 1980 г.).

В Советском Союзе организация фонового мониторинга была развернута на базе биосферных заповедников и включала следующие разделы:

мониторинг загрязнений природной среды и других факторов антропогенного воздействия;

мониторинг откликов биоты на антропогенное воздействие, в первую очередь фоновых уровней загрязнения;

наблюдения за изменением функциональных и структурных характеристик нетронутых («эталонных») природных экосистем и их антропогенных модификаций.

При этом не следует забывать, что речь идет о загрязнении и других антропогенных воздействиях на глобальном (фоновом) уровне. Критериями для выбора расположения станций фонового мониторинга были выбраны следующие (Манн, 1980 г.):

1) не должно быть влияния локальных (в пределах 10 км) источников загрязнения;

2) отбор проб должен проводиться выше приземного пограничного слоя и там, где нет деревьев (вырубленный участок леса непригоден);

3) участок должен быть типичным для всей зоны;

4) желателен отрезок протяженностью 400 м с однородной растительностью.

Основными принципами проведения наблюдений за состоянием окружающей среды на станциях фонового мониторинга являются системность и комплексность, что предусматривает совмещение с

определенной периодичностью наблюдений за загрязнением воздуха, осадков, почвенно-растительного покрова, поверхностных вод, наблюдений за актинометрическими, метеорологическими, гидрологическими и другими геофизическими параметрами, а также биологических наблюдений и исследований (Ровинский и др., 1980 г.).

Кроме того, цели фоновых наблюдений могут быть достигнуты только при условии глобального характера таких наблюдений (Израэль, Ровинский, Филиппова, 1987 г.).

Именно поэтому для размещения станций фонового мониторинга были выбраны биосферные заповедники, входящие в международную систему биосферных резерватов Программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ). По мнению Дж. Франклина и др. (1987 г.), выбранные для фонового мониторинга биосферные заповедники должны отвечать следующим требованиям:

1. Значительная долгосрочность охраны или отсутствие заметной антропогенной деятельности.

2. Территориальная доступность, дающая возможность для научно-исследовательской деятельности всех участников программы МАБ.

3. Желательно, чтобы подобные биосферные заповедники имели длительный ряд наблюдений и инвентаризацию состояния ресурсов экосистемы.

4. Желательно также наличие организованных наблюдений за климатом и загрязнением атмосферы и осадков или обеспечение возможности такого мониторинга в ближайшем будущем.

Программа фонового мониторинга состоит из:

наблюдений, при которых получают геофизические и физико-географические данные о состоянии среды;

наблюдений и исследований, охватывающих состав, круговорот и миграцию загрязняющих веществ;

наблюдений и исследований ответных реакций отдельных популяций, экосистем и биосферы на воздействие факторов окружающей среды (Израэль, Ровинский, Филиппова, 1987 г.).

Программа этих наблюдений должна охватывать все среды: воздух, атмосферные выпадения и осадки, поверхностные и подземные воды, почву, биоту.

Таблица 6. **Программа фонового мониторинга абиотической составляющей среды в биосферных заповедниках**

Среда	Загрязняющие вещества и их показатели	Частота наблюдений (период осреднения)
Атмосфера	Взвешенные частицы, мутность атмосферы, озон, сернистый газ, сульфаты, оксид углерода, диоксид углерода, оксиды азота, углеводороды, 3,4-бенз(а)пирен, ДДТ и другие хлорорганические соединения, свинец, ртуть, кадмий, мышьяк	От суточного до пятисуточного
Атмосферные осадки и выпадения, снежный покров	Свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, ДДТ, 3,4-бенз(а)пирен, анионы и катионы по программе ВМО	Осадки в зависимости от сбора необходимого для анализа количества – один раз в декаду, месяц. Выпадения – один раз в месяц. Снежный покров (интегральная проба на всю глубину покрова) – один раз в год (перед весенним снеготаянием)
Поверхностные и подземные воды, донные отложения и взвеси	Свинец, ртуть, метил-ртуть, кадмий, мышьяк, ДДТ, 3,4-бенз(а)пирен, биогенные элементы	Вода – шесть раз в год в характерные гидрологические периоды (три раза в весеннее половодье, один раз в летнюю межень, один раз в осенний паводок, один раз в зимнюю межень)
Почва	Свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, ДДТ, 3,4-бенз(а)пирен, биогенные элементы	Один-два раза в год. Вертикальный разрез на репрезентативных площадках
Биота	Свиней, ртуть, кадмий, мышьяк, ДДТ, 3,4-бенз(а)пирен, биогенные элементы	Два раза в год

В отличие от программы фонового мониторинга абиотической составляющей среды программа биологического мониторинга разработана недостаточно четко. Различные исследователи предлагают разные подходы к решению этой задачи. Биологический мониторинг будет рассмотрен в специальном разделе.

В табл. 6 приводится перечень показателей абиотической среды, наблюдать за которыми необходимо в биосферных заповедниках (по Израэлю, Ровинскому, Филипповой, 1987 г.)

Глава 6. КОНТРОЛЬ И РЕГУЛИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Контроль за уровнем загрязнения атмосферы (рис. 10) в городах и населенных пунктах проводится согласно ГОСТу 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов». Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы осуществляются на постах.

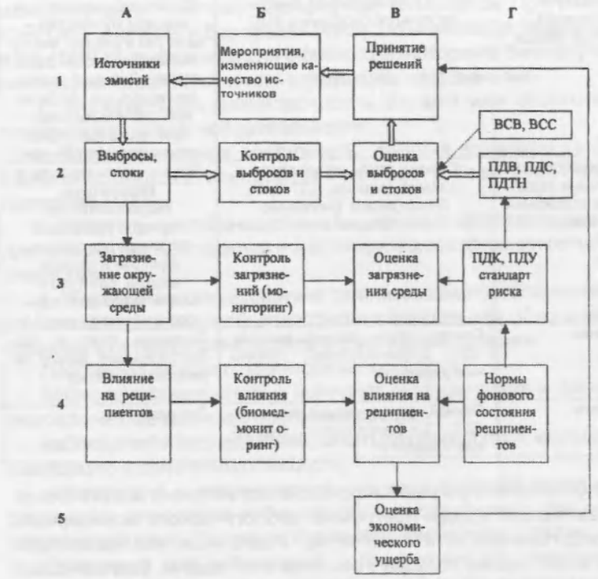


Рис. 10. Общая схема контроля загрязнения окружающей среды: 1–5 – этапы воздействия и откликов; А – уровень процессов; Б – уровень контроля и коррекции: В – уровень оценок и принятия решений; Г – уровень нормативов. Минимальный контур практического регулирования обозначен светлым стрелками

Постом наблюдения является выбранное место (точка местности), на котором размещают павильон или автомобиль, оборудованные соответствующими приборами.

Устанавливаются посты наблюдений трех категорий: стационарные, маршрутные, передвижные (подфакельные). Стационарный пост предназначен для обеспечения непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ или регулярного отбора проб воздуха для последующего анализа. Из числа стационарных постов выделяются опорные стационарные посты, которые предназначены для выявления долговременных изменений содержания основных и наиболее распространенных специфических загрязняющих веществ.

Маршрутный пост предназначен для регулярного отбора проб воздуха, когда невозможно (нецелесообразно) установить стационарный пост или более детально изучить состояние загрязнения воздуха в отдельных районах, например в новых жилых районах.

Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом в целях выявления зоны влияния данного источника промышленных выбросов.

Репрезентативность наблюдений за состоянием загрязнения атмосферы в городе зависит от правильности расположения поста на обследуемой территории. При выборе места для размещения поста прежде всего следует установить, какую информацию ожидают получить: уровень загрязнения воздуха, характерный для данного региона города, или концентрацию примесей в конкретной точке, находящейся под влиянием выбросов отдельного промышленного предприятия, крупной автомагистрали.

Каждый пост независимо от категории размещается на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке с непылящим покрытием: на асфальте, грунте, газоне.

Стационарный и маршрутный посты размещаются в местах, выбранных на основе обязательного предварительного исследования загрязнения воздушной среды города промышленными выбросами, выбросами автотранспорта, бытовыми и другими источниками и изучения метеорологических условий и содержания примесей путем эпизодических наблюдений, расчетов полей максимальных концентраций примесей. При этом

следует учитывать повторяемость направления ветра над территорией города.

При подфакельных наблюдениях место отбора проб выбирают с учетом ожидаемых наибольших концентраций примесей на расстояниях 0,5, 1, 2, 3, ... 10 км от границы санитарно-защитной зоны и конкретного источника загрязнения с подветренной стороны от него (источника).

Регулярные наблюдения на стационарных постах проводятся по одной из четырех программ наблюдений: полной (П), неполной (НП), сокращенной (СС), суточной (С).

Допускается проводить наблюдения по скользящему графику: в 7, 10, 13 часов во вторник, четверг, субботу и в 16, 19, 22 часов в понедельник, среду, пятницу. Наблюдения по скользящему графику предназначены для получения информации как по неполной и сокращенной программе, так и о разовой концентрации.

Все программы наблюдений позволяют получать концентрации среднемесячные, среднегодовые и средние за более длительный период.

Перечень веществ для измерения на стационарных, маршрутных постах и при подфакельных наблюдениях устанавливается на основе сведений о составе и характере выбросов от источников загрязнения в городе и метеорологических условий рассеяния примесей.

Принцип выбора вредных веществ и составления списка приоритетных веществ основан на использовании параметра потребления воздуха (ПВ):

реального

$$ПВ_i = \frac{M_i}{q_i}$$

и требуемого

$$ПВ_{тр} = \frac{M_i}{ПДК_i},$$

где M_i – суммарное количество выбросов i-х примесей от всех источников, расположенных на территории города; q_i – концентрация, установленная по данным расчетов или наблюдений.

Устанавливается, будет ли средняя или максимальная концентрация примесей превышать при данных выбросах соответственные среднесуточное $ПДС_{сс}$ или максимально разовую $ПДК_{м.р.}$. Если $ПВт_i > ПВ_i$, то ожидаемая концентрация примесей в воздухе может быть равна ПДК или превышать ее и, следовательно, i-я примесь должна контролироваться. Перечень веществ для организации наблюдений определяется сравнением *ПВ* с *ПВ*т для средних $(ПВ_{с.с})$ и максимальных $(ПВ_{м.р})$ концентраций примесей.

Сточные воды – бытовые, производственные и атмосферные стоки, содержащие обычно множество неорганических и органических компонентов, причем точный состав их даже в количественном отношении, не всегда можно заранее предвидеть даже после химической и биохимической очистки. При простом смешении стоков от разных цехов предприятия происходят химические реакции между компонентами этих стоков, приводящие к образованию новых веществ. При хлорировании стоков появляются продукты окисления неорганических и органических веществ и их хлорпроизводные. Биологической очистке подвергаются промышленные сточные воды, смешанные с хозяйственно-бытовыми водами, и тогда в очищенных водах можно нередко обнаружить самые неожиданные органические соединения.

Во всех нормативных документах, касающихся качества воды поверхностных водоемов, предусматривается непрерывный контроль за химическим составом как самих природных вод, так и тех вод, которые сливаются в водоемы многочисленными производственными предприятиями. Поэтому при появлении нового вида сточных вод, возникающих не только при создании новых производств, но и при внедрении нового технологического процесса и даже при любом существенном изменении в технологическим процессе, требуется предварительное исследование.

Из трех основных требований, предъявляемых к аналитическим методам – чувствительность, точность, селективность – важнейшей в анализе вод является селективность.

Основные методы определения неорганических компонентов сточных вод – фотометрия, атомно-абсорбционная спектрометрия и пламенно-эмиссионная спектрометрия.

При фотометрических методах анализа измеряют поглощение света анализируемым раствором обычно после введения в него

реактива, реагирующего с определяемым компонентом сточной воды с образованием интенсивно поглощающего свет соединения.

Атомно-абсорбционная спектрометрия основана на поглощении ультрафиолетового или видимого излучения атомами газа. Чтобы перевести пробу хотя бы частично в газообразное атомное состояние, ее впрыскивают в пламя. В качестве источника излучения применяют лампу с полым катодом из определяемого металла. Интервал длины волны спектральной линии, испускаемой источником света, и линии поглощения того же самого элемента в пламени очень узок, поэтому мешающее поглощение других элементов практически не сказывается на результатах анализа.

Существенным отличием атомной абсорбции от пламенно-эмиссионной спектрометрии является то, что в последнем методе измеряется излучение, испускаемое атомами в возбужденном состоянии в пламени, а атомная абсорбция основана на измерении излучения, поглощенного нейтральными, невозбужденными атомами, находящимися в пламени, которых в нем во много раз больше, чем возбужденных.

Определение органических веществ в сточных водах – область аналитической химии, которая стала успешно развиваться лишь в последние годы, но со все возрастающей скоростью. Оно идет по двум направлениям.

Первое – изыскание методов определения содержания каждого индивидуального вещества. Трудность решения этой задачи состоит в наличии огромнейшего числа органических веществ, которые обнаруживаются даже в чистых природных водах. В настоящее время аналитики настолько приблизились к успешному решению этой задачи, что некоторые считают возможным определять количественно содержание порядка 10^{-12} г/л. Это достигается путем предварительного концентрирования, сопровождаемого разделением вещества на группы по их динамическим и физическим свойствам, применению различных видов хроматографии (газожидкостной, жидкостной, тонкослойной и др.), конструированию сложных комбинированных приборов, в которых за хроматографическим разделением веществ, часто многократным, следует идентификация с помощью масс-спектрометрии, ИК-спектрометрии и т.п.

Второе направление – развитие доступных методов определения как отдельных компонентов сточных вод, так и суммарного содержания различных групп органических веществ.

6.1. Мониторинг атмосферного воздуха

Концентрации многих вредных примесей в атмосфере определяются лабораторными методами. Отбор проб осуществляется путем аспирации некоторого объема атмосферного воздуха через поглотительный прибор, заполненный жидким или твердым сорбентом для улавливания веществ, или через аэрозольный фильтр, задерживающий содержащиеся в воздухе частицы. Определяемая примесь из большого объема воздуха концентрируется в небольшом объеме сорбента или на фильтре. Параметры отбора проб, такие, как расход воздуха и продолжительность его аспирации через поглотительный прибор, тип поглотительного прибора или фильтра, устанавливаются в зависимости от определяемого вещества.

При наблюдениях за уровнем загрязнения атмосферы используются следующие режимы отбора проб: разовый, продолжающийся 20–30 мин; дискретный, при котором в один поглотительный прибор или на фильтр через равные промежутки времени в течение суток отбирают несколько (от 3 до 8) разовых проб; суточный, при котором отбор в один поглотительный прибор или на фильтр проводится непрерывно в течение суток.

Отбор проб атмосферного воздуха осуществляется на стационарных или передвижных постах, укомплектованных оборудованием для проведения отбора проб воздуха и автоматическими газоанализаторами для непрерывного определения концентрации вредных примесей. Одновременно с проведением отбора проб непрерывно измеряются скорость и направление ветра, температура воздуха, атмосферное давление, фиксируется состояние погоды и подстилающей поверхности почвы.

Для правильного определения концентрации пыли при отборе разовых проб воздуха должно выполняться условие изокинетичности, т.е. скорость пропускаемого через фильтр воздуха должна быть равна скорости набегающего потока; выравнивание скоростей осуществляется в результате применения конусных насадок, выбор которых зависит от скорости ветра. Фильтродержатель должен быть ориентирован навстречу ветровому потоку. При суточном отборе пробы пыли в условиях высокой запыленности масса пыли на фильтре может превысить его

пылеемкость, равную 5 мг/см² (т.е. 200 мг на весь фильтр). В таком случае следует переходить к циклическому отбору проб.

На точность определения объема воздуха, прошедшего через поглотительные устройства, влияет герметичность воздуховодов и фильтродержателя. Состояние системы проверяется не реже одного раза в месяц. При отборе проб воздуха для определения концентраций газовых примесей напряжение электропитания электроаспиратора должно составлять 220 В ±10%.

Отбор проб можно проводить при температуре наружного воздуха от – 30 до +50 °С.

Воздушные коммуникации один раз в месяц очищают от пыли и промывают теплой мыльной водой, чистой водой, затем спиртом. Промытая система перед отбором проб должна быть продута воздухом в течение примерно 20 мин. О проведенной работе делается запись в журнале профилактических работ, который хранится на посту.

Колпачок, предохраняющий воздухозаборную трубу от прямого попадания осадков и грязи, промывается один раз в три месяца.

Для защиты ротаметров электроаспираторов (рис. 11) от брызг поглотительных и пропитывающих растворов к выходным штуцерам присоединяют патроны, заполненные промытым и высушенным силикагелем с диаметром зерен 0,5– 4 мм и ватными тампонами.

Проверка градуировки ротаметров электроаспиратора проводится ежемесячно.

Сразу после отсоединения поглотителей штуцера гребенки должны быть герметично закрыты заглушками. Наличие открытых штуцеров недопустимо.

Поглотительные приборы должны присоединяться к распределительной гребенке (или воздуховоду) встык с помощью коротких резиновых трубок. Все воздуховоды и распределительная гребенка до поглотительных приборов должны быть изготовлены только из фторопласта или стекла. Применение для этой цели хлорвинила, полиэтилена, других пластмасс и всех типов резины недопустимо.

В полевых условиях отбор проб воздуха проводится с помощью автолаборатории. По приезде в точку отбора проб воздуха необходимо:

проверить (внешним осмотром) качество соединения приборов и оборудования с контуром заземления и выполнить заземление

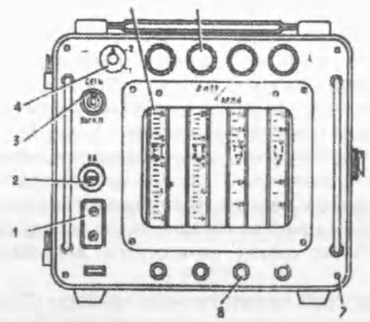


Рис. 11. Передняя панель аспиратора: 1 – входная колодка; 2 – гнездо предохранителя; 3 – тумблер включения и выключения аппарата; 4 – разгрузочный клапан; 5 – ротаметр; 6 – ручка вентиля ротаметра; 7 – винт (для крепления панели к кожуху); 8 – штуцер

лаборатории, для чего из вспомогательного салона извлечь штырь заземления и углубить со стороны правого борта автомашины в грунт на всю его длину;

подключить лабораторию к распределительным щитам жилых зданий или цехов предприятий; в местах пролегания кабеля ставятся знаки, запрещающие движение транспортных средств.

Если в точке отбора отсутствует источник электричества, то отбор проб воздуха осуществляется с помощью аккумуляторного аспиратора (ЭА-1А), для чего на выносном пункте устанавливают треногу и на нее помещают ЭА-1А, аккумулятор ставят рядом с треногой, соединяют поглотительные приборы с электроаспиратором, подключают электроаспиратор к аккумуляторной батарее.

При отборе проб воздуха в сорбционные трубки (СТ) их присоединяют к S-образной трубке с помощью резиновой муфты. Присоединение СТ к распределительной гребенке недопустимо. Общая длина резиновых соединений, с которыми непосредственно соприкасается анализируемый воздух, не должна превышать 10 мм. Нельзя допускать загрязнения S-образной трубки пропитывающим раствором. Трубка и присоединительные муфты должны промываться еженедельно в химической лаборатории.

Сорбционные трубки устанавливаются при отборе пробы строго вертикально слоем сорбента вниз, чтобы воздух проходил слой сорбента снизу вверх. Перед присоединением СТ к электроаспиратору слой сорбента уплотняется легким постукиванием нижнего конца СТ о кусочек чистой фильтровальной бумаги, лежащей на твердой поверхности.

При отборе проб воздуха для определения диоксида серы, сероводорода и сероуглерода СТ должны быть защищены от света.

При отборе пробы воздуха для определения концентрации фторида водорода в качестве материала для воздуховода нельзя применять не только резину, но и стекло, допускается только фторопласт.

После отбора проб поглотительные приборы (СТ) закрывают заглушками; особенно тщательно закрываются СТ с пробами на оксиды азота и аммиак. Пробы на диоксид серы, сероуглерод и сероводород должны предохраняться от попадания света как при отборе проб, так и при хранении. При температуре воздуха выше 25 °С пробы на сероуглерод и диоксид серы следует сразу после отбора поместить в холодильник, а при его отсутствии – в широкогорлый термос, в котором находится лед.

При выполнении измерений в лаборатории согласно ГОСТу 15150-69 должны быть соблюдены следующие условия:

температура воздуха (20 ±10) °С;

атмосферное давление 84–106,7 кПа (630 – 800 мм рт. ст.);

влажность воздуха не более 80% при температуре 25 °С.

Относительная суммарная погрешность измерения массовой концентрации определяемых веществ в атмосферном воздухе согласно ГОСТу 17.2.4.02-81 не должна превышать ±25%.

Для получения сравнимых результатов определения концентраций примесей объем пробы воздуха, взятого для анализа, приводят к нормальным условиям: температуре t=0 °С (T_0=273 К) и давлению P_0= 760 мм.рт.ст. (101,3 кПа).

Расчет проводят по формуле

$$V_0 = \frac{T_0 P}{P_0(273+t)} u(\tau_2 - \tau_1) = K \frac{PV}{273+t} u(\tau_2 - \tau_1), \qquad (1)$$

где V_0 – объем отобранной пробы воздуха, приведенный к нормальным условиям, дм³; u – расход воздуха при отборе пробы, дм³/мин; V – объем пробы воздуха, измеренный при отборе, дм³; t – температура воздуха на входе в ротаметр или счетчик (не на улице), °С; τ_1 и τ_2 – время начала и конца отбора пробы; P – атмосферное давление при отборе пробы воздуха, кПа или мм рт. ст.; K – коэффициент пересчета (при измерении P в кПа К = 2,7, а при измерении P в мм рт. ст. К=0,358).

Для приведения объема пробы воздуха к нормальным условиям можно также использовать более простую формулу:

$$V_0 = K' V, \qquad (2)$$

где K' – коэффициент пересчета, найденный по таблице.

Среднее значение атмосферного давления при отборе среднесуточной пробы рассчитывают по формуле

$$P = \frac{P_н + P_к}{2}, \qquad (3)$$

где $P_н$ и $P_к$ – значения атмосферного давления в начале и конце отбора пробы.

Концентрацию загрязняющих веществ в воздухе (мг/м³) находят по одной из формул

$$\rho = \frac{m \upsilon_р}{\upsilon_а V_0}, \qquad (4)$$

$$\rho = \frac{m_1}{V_0}, \qquad (5)$$

$$\rho = K_э \frac{m_1}{V_0}, \qquad (6)$$

где $\upsilon_а$ – объем раствора, взятого на анализ, см³; $\upsilon_р$ – общий объем раствора пробы, см³; V_0 – объем пробы воздуха, приведенный к нормальным условиям, дм³; m_1 – масса загрязняющего вещества во всей пробе, мкг; $K_э$ – эмпирический поправочный коэффициент.

Используемая при расчете концентрации загрязняющего вещества формула зависит от конкретной схемы проведения анализа, и ссылка на нее дается в каждой методике.

6.1.1. Аэрокосмический мониторинг. Атмосфера. Приоритетные загрязнения атмосферы

Аэрокосмический мониторинг подразделяется на авиационный и космический. Авиационный мониторинг ориентирован на региональные или локальные явления. Например, он широко используется при инвентаризации лесов, выявлении площадей, пораженных пожарами, промышленными загрязнения, вредителями.

Космический мониторинг позволяет составить представление об отдельных изменениях в биосфере, которые при других методах не выявляются.

Первый экологический искусственный спутник земли (ИСЗ) «Космос-1906» был запущен в конце 1987 г. Программа полета ИСЗ предусматривает получение и обработку данных дистанционного зондирования Земли, выполнения съемок ряда территории СНГ, Антарктиды и Мирового океана. На основе космической информации ведутся планомерные широкомасштабные исследования природных ресурсов, ОС, изучаются результаты воздействия на нее хозяйственной деятельности.

Спутник мгновенно может обеспечить съемку от 8 до 40 тыс. км^2 земной поверхности, а за 10 мин работы – около 1 млн км^2. Такой огромный объем информации обрабатывается, естественно, с применением ЭВМ. С помощью спутниковых данных изучают изменение границы тундры и лесотундры (это характеризует динамику глобального потепления), динамику и состояние лесов, определяют очаги распространения вредителей сельскохозяйственных культур, отслеживают динамику растительности. В настоящее время в народном хозяйстве по материалам космических съемок решается около 300 различных задач, и перечень их продолжает расти.

Атмосфера – газообразная оболочка планеты, состоящая из смеси различных газов, водяных паров и пыли. Через атмосферу осуществляется обмен веществ Земли с космосом. Земля получает космическую пыль и метеоритный материал, теряет самые легкие газы – водород и гелий. Атмосфера Земли насквозь пронизывается мощной радиацией Солнца, определяющей тепловой режим поверхности планеты, вызывающей диссоциацию молекул атмосферных газов и ионизации атомов. Атмосфера имеет четко выраженное слоистое строение. Нижний, наиболее плотный слой

воздуха – **тропосфера.** В зависимости от широты Земли ее высота колеблется от 10 до 18 км. Здесь содержится 80% массы атмосферы и до 80% водяного пара, развиваются физические процессы, формирующие погоду и влияющие на климат различных районов нашей планеты. Над тропосферой до высоты 40 км расположена **стратосфера.** В ней находится озоновый слой, поглощающий большую часть ультрафиолетовой радиации и предохраняющий жизнь на Земле. Далее находится ионосфера, которая обладает повышенной ионизацией молекул газа. Этот слой высотой до 1300 км тоже оберегает все живое от вредного воздействия космической радиации, влияет на отражение и поглощение радиоволн. Выше, до 10 000 км простирается экзосфера, где плотность воздуха с увеличением высоты убывает, приближаясь к разряженности веществ в максимальном пространстве.

Принято выделять постоянные и переменные компоненты атмосферы в зависимости от длительности пребывания в ней. Таким примером является вода, находящаяся в атмосфере в разных формах и концентрациях. В то же время подобное подразделение составных частей атмосферы относительное, поскольку в течение длительных интервалов времени все компоненты атмосферы оказываются перемешанными.

Главные составные части атмосферы – азот, кислород, аргон и углекислый газ.

Одним из важнейших компонентов атмосферы является озон (O_3). Его образование и разложение связаны с поглощением ультрафиолетовой радиации Солнца, которая губительна для живых организмов. Он же задерживает 20% инфракрасного излучения Земли, повышая утепляющее действие воздушного покрывала. Основная масса озона располагается на высотах 22–24 км. Озоновый слой часто называют «озоновым экраном».

Таким образом, мощность воздушной оболочки, защищающей жизнь на нашей планете от влияния космоса, по земным масштабам значительна – 1,5 тыс. км, или около 1/4 радиуса Земли, по масштабам космическим ничтожна – $^1/_{100\,000}$ расстояния от Земли до Солнца. Три четверти воздуха сосредоточены в нижнем ее слое – тропосфере.

Плотность атмосферы существенно падает с высотой, но даже у самого уровня моря составляет около 0,001 г/см^2, т.е. почти в

1000 раз меньше плотности воды, – по житейским меркам она вообще не укладывается в средства защиты. И тем на менее именно «невесомый» воздух – безотказная защита планеты от губительных для живого воздействий космоса. Пробить эту «броню» в состоянии лишь крупные, с исходной массой в десятки и сотни тонн метеориты, т.е. явление это чрезвычайно редкое.

6.1.2. Контроль за состоянием атмосферного воздуха и нормирование вредных выбросов в атмосферу. Прогноз качества атмосферного воздуха и учет его в целях предотвращения загрязнения

Рассеяние примесей в атмосфере, перенос и распределение концентраций связаны с механизмом турбулентной диффузии. Интенсивность турбулентного перемешивания растет при конвективных условиях и уменьшается при безразличном состоянии и инверсии.

Теоретические исследования и экспериментальные данные показывают, что у земной поверхности на некотором расстоянии от источника отмечается максимальное значение концентрации примесей. С уменьшением скорости ветра концентрация увеличивается, а расстояние от источника до максимума уменьшается.

В зависимости от начального подъема примеси над источником, вызванного перегревом ее относительно окружающего воздуха, распространение примеси и значение концентрации будут зависеть как от высоты источника, так и от изменения с высотой ветра и температуры. При слабо развитой турбулентности и инверсии (застойные зоны) и малой высоте источника примеси заметно накапливаются вблизи источника.

Для высоких источников наибольшая концентрация достигается при развитой турбулентности.

Максимальная концентрация определяется по формуле

$$c_м = M\varphi(A, H, V, \Delta T, r, ... + c_ф), \qquad (7)$$

где $c_м$ – максимальная концентрация при неблагоприятных условиях; M – количество выбрасываемой примеси из источника; A – характеристика неблагоприятных климатических условий; H – высота источника; V и ΔT – объем и перегрев (относительно температуры окружающего воздуха) выбрасываемых газов; r – характеристика рельефа; $c_ф$ – фоновая концентрация, характеризующая загрязнение от всех источников города или промышленного района; φ – функция, установленная на основании теоретических исследований.

Максимальная концентрация (мг/м³) в районе источников, близко расположенных друг к другу, для нагретых выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях рассчитывается по формуле

$$c_м = \frac{AMFmn}{H^2}\sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}}, \qquad (8)$$

где F, m, n – безразмерные коэффициенты, учитывающие соответственно скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе и условия выхода газообразной смеси из устья источников.

Для холодных выбросов $(\Delta T \approx 0)$

$$c_м = \frac{AMFnDN}{8HV^3\sqrt{H}}, \qquad (9)$$

где D – диаметр устья источника.

Максимальная концентрация примесей наблюдается при опасной скорости ветра $u_м$, пропорциональной параметру $x_м$, который определяется для нагретых выбросов по формуле

$$\upsilon_м = 0{,}65\sqrt[3]{\frac{V\Delta T}{HN}}. \qquad (10)$$

При $\upsilon_м$ = 2 м/с $u_м = \upsilon_м$, при $\upsilon_м > 2$ м/с $u_м = \upsilon_м (1+0{,}12\sqrt{f})$.

Здесь $f = 10^3\frac{\varpi_0^2 D}{H^2\Delta T}$, где ω_0 – средняя скорость выхода дымовых газов из устья источника выброса (м/с).

$$\omega_м = 1{,}3\frac{\omega_0 D}{H}, \qquad (11)$$

Опасная скорость ветра равна 5–7 м/с для мощных тепловых электростанций, 2–4 м/с – для металлургических предприятий, 1–2 м/с – для химических.

При установления ПДВ в качестве основного требования принимаются

$$c_м \le ПДК.$$

Тогда в (1)

$$M = ПДВ$$

и

$$ПДВ = \frac{1}{\varphi}(ПДК - c_ф). \qquad (13)$$

Предельно допустимый нагретый выброс вредного вещества в атмосферу, при котором обеспечивается не превышающая ПДК концентрация его в приземном слое воздуха, определяется по формуле

$$ПДВ = \frac{(ПДК - c_ф)H^2}{AFmnr}\sqrt[3]{\frac{V\Delta T}{V}}. \qquad (14)$$

Для холодных выбросов–

$$ПДК = \frac{8(ПДК - c_ф)h^{4/3}V}{AFnNDr}. \qquad (15)$$

Как видно, между ПДВ и ПДК имеется прямая связь. Соблюдение ПДВ непосредственно обеспечивает выполнение условий в отношении ПДК. Нормирование выбросов требуется осуществлять уже на стадии проектирования.

Нормы допустимых выбросов различны для разных предприятий. Значения выбросов отдельных источников рассматриваются как их ПДВ и контролируются при эксплуатации предприятий. Предприятия, расположенные в условиях сложного рельефа, имеют более жесткие ограничения на выброс. Экологическая экспертиза Госкомгидромета может принять решение о возможности работы данного предприятия в данном месте и на данном технологическом уровне. Контроль за соблюдением ПДВ (норм на выброс) является важнейшей задачей охраны качества атмосферного воздуха.

При выбросе в атмосферу примесей, образующихся при сжигании топлива, можно определить предельно допустимое количество сжигаемого топлива ПДТ (т/ч) по формуле

$$ПДТ = 3{,}6H^3\sqrt{\left(\frac{ПДК - c_ф}{V_т AFmnr}\right)^3 M_т \Delta T}, \qquad (16)$$

где $M_т$ и $V_т$ – соответственно выброс примеси и объем газов в расчете на 1 кг сжигаемого топлива.

Главными направлениями в проблеме охраны воздушной среды являются очистка и предотвращение выбросов, которые осуществляются посредством совершенствования очистных сооружений и нормирования выбросов.

При аномальных условиях погоды меры по предотвращению опасных выбросов носят временный характер и выполняются на основании прогноза загрязнения.

Загрязнение приземного слоя воздуха в городах и промышленных центрах существенно зависит от метеорологических факторов. При неблагоприятных для рассеяния метеорологических условиях скопление примесей в приземном слое может возрасти до опасного уровня. В такие периоды должны быть исключены «залповые» выбросы или снижены текущие.

Все это подтверждает необходимость заблаговременной передачи на промышленные предприятия, тепловые электростанции и другие объекты информации об ожидаемом загрязнении – прогноз и предупреждение о загрязнении.

Для характеристики состояния атмосферы, при котором могут отмечаться значительные концентрации примесей, выделяются нормальные и аномальные метеорологические условия. Нормальный тип неблагоприятных условий характеризуется неустойчивым состоянием атмосферы, обусловливающим интенсивный перенос примесей от источников к поверхности земли.

Аномальный тип неблагоприятных условий отличается приподнятой инверсией с нижней границей, расположенной над источником выброса. Чем ниже уровень источника и чем ближе к нему основание инверсионного слоя, тем больше возрастает концентрация примеси в приземном слое воздуха. Приподнятая инверсия может вызвать больший рост приземных концентраций при холодных выбросах, чем при нагретых. Так, если приподнятая

инверсия располагается непосредственно над источником с холодными выбросами и у поверхности земли в слабый ветер или штиль, то наблюдается сильное загрязнение. Концентрации вредных примесей увеличиваются при туманах, аккумулирующих примеси и образующих иногда вещества повышенной токсичности.

Каждому источнику загрязнения присущи свои неблагоприятные метеорологические условия, которые должны быть всесторонне изучены (опасные направления и скорости ветра, распределение температуры и ветра в слое до 500 м, сопутствующие опасные явления погоды и др.).

На загрязнение воздуха в городе влияет направление ветра, если источник (промышленный объект) расположен за пределами города. Концентрация примесей возрастает в пониженных формах рельефа (низинах, долинах, котловинах и т.п.). Поэтому разрабатываемые способы прогноза загрязнения носят региональный, а в некоторых случаях даже локальный характер. Например, зимой сильные загрязнения (загазованность) отмечаются в карьерах, где добыча полезных ископаемых ведется открытым способом. Прогноз опасных метеорологических условий позволяет своевременно вывести людей из застойной зоны карьера.

В пределах городах при наличии нескольких источников создается городское фоновое загрязнение. Поскольку концентрации примесей меньше коррелируют с метеорологическими параметрами, в прогностических целях используются обобщенные характеристики загрязнения воздуха в целом по городу. Они менее подвержены случайным колебаниям, чем единичные данные о концентрации, и являются следствием влияния комплекса метеорологических факторов. Для характеристики загрязнения атмосферы в городе широко используется параметр

$$P = m/n. \qquad (17)$$

Здесь n – общее число наблюдений за концентрацией примесей (или примеси) в городе за данный день во всех пунктах города; m – количество случаев за данный день на всех пунктах города с концентрацией $c > 1{,}5\bar{c}$, где $\bar{c}$ – средняя концентрация за данный сезон прошлого года с учетом изменений загрязнения воздуха в текущем году.

В общем случае значения P изменяются от 0 до 1. Выделяют три уровня (группы) загрязнения города: пониженный $(H < 0{,}20)$, повышенный $(0{,}20 \le P \le 0{,}35)$ и высокий $(P > 0{,}35)$. Для разных городов предельные значения P могут несколько различаться.

При прогнозировании загрязнения параметр P принимается за предиктант и значение его определяется в зависимости от предикторов: скорости ветра, показателей устойчивости атмосферы и других факторов. Обязательным условием является учет ожидаемой синоптической ситуации. В районе города с большим сосредоточением источников загрязнения опасность представляет сочетание штиля и устойчивой стратификации.

На основании данных об исходном уровне загрязнения и о метеорологических параметрах получены прогностические правила для высокого и пониженного загрязнения воздуха. Эти правила приведены в Руководстве по контролю загрязнения атмосферы; их оправдываемость достигает 70–90%. Прогнозы на сутки и предупреждения о неблагоприятных условиях передаются прежде всего руководителям тех объектов, которые в большей степени загрязняют приземный слой воздуха. После передачи прогноза об ожидаемом опасном загрязнении необходимо: 1) установить контроль за метеорологическими параметрами, определяющими опасный уровень загрязнения; 2) при подтверждении прогноза опасных условий в течение всего периода их сохранения проводить учащенные измерения концентрации (на передвижных постах через 2 ч, на стационарных через 3 ч); 3) сообщить о необходимости принятия мер по снижению выбросов.

Составляются два вида прогнозов городского фонового загрязнения: предварительный и уточненный. **Предварительный прогноз** дается на сутки вперед, **уточненный** – на 6–8 ч (утром на текущий день, днем на вечер и ночь). Потребителям сообщаются только прогнозы высокого загрязнения воздуха.

Составляются три вида предупреждений об опасном загрязнении воздуха.

Первый вид предупреждения для отдельных объектов передается не ранее чем за сутки до ожидаемого опасного загрязнения, а по городу – в том случае, если высокое загрязнение ожидается по предварительному прогнозу.

Второй вид предупреждения передается непосредственно перед наступлением высокого загрязнения, а по городу дается вместе с уточненным прогнозом. Потребителю сообщается о необходимости принятия мер по сокращению выбросов.

При высоком уровне загрязнения следует усилить контроль за технологическими режимом производства и работой газопылеочистительного оборудования, не следует допускать разгерметизации этого оборудования, отключать и ставить на ремонт очистную аппаратуру (фильтры) и другие емкости. Кроме того, рекомендуется сократить до минимума неорганизованные выбросы и использовать более качественное топливо, не допускать «залповых» выбросов.

Третий вид предупреждения составляется в том случае, если ожидается, что загрязнение воздуха будет превышать чрезвычайно опасный уровень. В этом случае рекомендуется сократить выработку некоторых видов продукции или вовсе приостановить второстепенные производства с большими выбросами вредных веществ.

Если загрязнение достигло высокого уровня, но не было предусмотрено, то для потребителей составляются оповещения.

Прогнозы и предупреждения об опасных условиях загрязнения в городе и на территории промышленных комплексов передаются в диспетчерские службы предприятий, в горакимат и санитарную службу.

Система оповещения о возможном повышении уровня загрязнения разрабатывается УГКС совместно с руководством промышленных предприятий. В настоящее время прогнозы загрязнения воздуха составляются во многих городах. Это позволило в некоторых городах снизить концентрацию оксидов азота в 3–4 раза, а концентрацию ртути и свинца – в 2 раза. Аналогичные системы предупреждений о загрязнении воздуха разрабатываются и в других странах.

В разных промышленных и климатических зонах синоптико-метеорологические условия, формирующие определенный уровень загрязнения воздуха, существенно различны.

6.1.3. Законодательные и нормативно-технические документы по мониторингу атмосферы воздуха

Мониторинг атмосферного воздуха в населенных пунктах проводится согласно статье 24 Закона «Охрана окружающей среды». В нем предусмотрено, что государственный мониторинг окружающей среды, в частности за состоянием атмосферного воздуха, проводится государственными органами, осуществляющими функции ООС, и включает:

проводимые по определенной программе наблюдения за состоянием ОС, а также источниками антропогенного воздействия на них;

оценку состояния указанных объектов наблюдений;

прогноз их изменений.

Мониторинг ОС регламентируется также постановлением Правительства РК от 27.06.2001 г., №885, «Правила организации и ведения единой Государственной системы мониторинга ОС и ПР».

Настоящие Правила определяют понятие, цели, задачи, функции Единой государственной системы мониторинга (ЕГСМ) ОС и ПР, ее структуру, содержание и порядок осуществления мониторинга, источники финансирования.

Целью ЕГСМ ОС и ПР является информационное обеспечение принятия управленческих и хозяйственных решений и контроль за использованием ПР, информирование населения о состоянии ОС и воздействии факторов ОС на здоровье населения.

Основными задачами ЕГСМ ОС и ПР являются:

постоянное слежение за состоянием ОС и ПР, а также источниками антропогенного воздействия на них;

анализ, оценка фактического состояния ОС, природных ресурсов на всей территории РК и территории отдельных регионов, а также прогноз ее изменений и влияние на здоровье населения;

сохранение и накопление информации о состоянии ОС и ПР.

Основными функциями ЕГСМ ОС и ПР являются:

проведение наблюдений инструментальными, аналитическими и другими методами по всем параметрам ОС с периодичностью, достаточной для оценки их изменений;

сбор и регистрация всей экологической информации, ведение информационных банков данных и кадастров по ОС и ПР;

определение связи между характеристиками воздействия на ПС, изменением уровня загрязнения и его последствий;

организация обмена информацией о состоянии ОС, ПР на региональном, республиканском и международном уровнях;

обеспечение единой методической и метрологической базы мониторинга ОС и ПР, осуществляемого центральными исполнительными органами, их территориальными подразделениями, предприятиями, учреждениями, организациями, независимо от формы собственности;

обоснование проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области мониторинга ОС и ПР;

обеспечение государственных исполнительных органов, физических, юридических лиц и населения информацией, полученной в рамках ЕГСМ ОС и ПР.

Все возрастающее воздействие хозяйственной деятельности на природную среду и его негативные последствия остро поставили вопрос о регулировании качества той среды, в которой живет и разносторонне проявляет себя человек.

Качеством ОПС надлежащего уровня считается такое состояние ее экологических систем, которое постоянно и неизменно обеспечивает процесс обмена веществ, энергии и информации между природой и человеком и беспрепятственно воспроизводит и обеспечивает жизнь. Оно поддерживается прежде всего самой природой путем саморегуляции, самоочищения от вредных веществ и явлений.

Основой для определения качества ОПС являются результаты наблюдения за их состоянием, т.е. мониторинг. Для проведения мониторинга необходимы законодательные и нормативно-технические документы.

Основными нормативно-техническими документами проведения мониторинга ОС являются стандарты, которые устанавливают комплекс норм, правил, требований, обязательных для исполнения.

Генеральным стандартом для природоохранительной деятельности является ГОСТ 17.0.0.01-76 «Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов».

Система стандартов в области охраны природы (ССОП), которой присвоен общий номер 17, включает следующие подсистемы (группы): 0 – основные положения; 1 – гидросфера; 2 – атмосфера;

3 – почва; 4 – земля; 5 – флора; 6 – фауна; 7– недра. Например, группы 17.2 – «Охрана природы. Атмосфера».

В зависимости от направления действия государственные стандарты системы охраны природы подразделяются на следующие виды: 1 – термины, классы, функции, определения; 2 – нормы и методы измерений загрязняющих выбросов и сбросов, интенсивность использования природных ресурсов; 3 – правила охраны природы и рационального использования природных ресурсов; 4 – методы определения параметров состояния природных объектов и интенсивности хозяйственного воздействия; 5, 6 – требования к средствам контроля и защиты окружающей среды; 7 – прочие стандарты.

В полное обозначение стандарта входят индекс (ГОСТ), номер системы (17), номер стандарта и год издания.

Стандарты помимо государственных (ГОСТ) могут быть отраслевыми (ОСТ) и заводскими. Помимо них выпускаются различные правила, нормы, инструкции.

При проведении мониторинга атмосферы необходимо придерживаться требований следующих стандартов:

1. ГОСТ 17.2.3.01-86 – Охрана природы. Атмосфера. «Правила контроля качества воздуха населенных пунктов».

Настоящий стандарт распространяется на правила контроля качества воздуха селитебной территории существующих и вновь строящихся населенных пунктов.

Стандарт не распространяется на правила контроля качества воздуха территорий промышленных предприятий.

Стандарт соответствует СТ СЭВ 1425-79 в части, касающейся способов, продолжительности и числа отбора проб.

Стандарт содержит следующие разделы:

организация контроля;

размещение и качество постов наблюдений;

программа и сроки наблюдения;

отбор проб;

характеристики загрязнения атмосферы.

2. ГОСТ 17.2.4.02-81 – Охрана природы. Атмосфера. «Общие требования к методам определения загрязняющих веществ».

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к методам определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

На его основе должны разрабатываться государственные стандарты на конкретные методы определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Настоящий стандарт не распространяется на общие требования к методам с использованием приборов автоматического контроля.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 2598-80

Отбор и подготовка проб для определения загрязняющих веществ по ГОСТу 17.2.3.01-77.

Метод должен быть избирательным в присутствии постоянно и наиболее часто содержащихся в атмосфере вредных веществ, например диоксида серы, аммиака, оксида углерода, сероводорода, оксидов азота, взвешенных частиц, а также CO_2, H_2O и сопутствующих веществ, и должен обеспечивать определение ЗВ в отобранной пробе воздуха в количестве, меньшем или равном 0,8 ПДК этого вещества.

Погрешность метода не должна превышать ±25% во всем диапазоне измеряемых концентраций

Метод должен обеспечивать измерение с указанной погрешностью концентрации ЗВ в пределах 0,8 – 10 ПДК.

3. ГОСТ 17.2.4.05-83 – Охрана природы. Атмосфера. «Гравимет-рический метод определения взвешенных частиц пыли».

Настоящий стандарт устанавливает гравиметрический метод определения разовых и среднесуточных концентраций взвешенных частиц пыли в воздухе населенных пунктов и санитарно-защитных зон промышленных предприятий в диапазоне 0,04 –10 мг/м^3.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 3846-82.

Сущность метода заключается в определении массы взвешенных частиц пыли, задержанных специальным фильтром при прохождении через него определенного объема воздуха.

В стандарт включены следующие разделы:

отбор проб;

аппаратура;

проведение измерения;

обработка результатов.

4. ГОСТ 17.2.4.03-81 Охрана природы. Атмосфера. «Индофенольный метод определения аммиака».

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 2599-80.

Настоящий стандарт устанавливает индофенольный метод определения разовых и среднесуточных концентраций аммиака в атмосферном воздухе в диапазоне от 0,1 до 1,0 мг/м^3.

Метод основан на способности аммиака образовывать с гипохлоритом и фенолом в присутствии нитропруссида натрия индофенол, окрашивающий раствор в синий цвет, по интенсивности окраски которого определяют количество аммиака. Определению аммиака мешают ароматические амины и формальдегид.

В стандарт включены следующие разделы:

отбор проб;

аппаратура;

материалы и реактивы;

подготовка к анализу;

проведение анализа;

обработка результатов.

5. ГОСТ 17.2.6.01-86 – Охрана природы. Атмосфера. «Приборы для отбора проб воздуха населенных пунктов».

Настоящий стандарт распространяется на приборы для отбора проб воздуха населенных пунктов (далее – аспираторы) с целью дальнейшего лабораторного анализа.

Стандарт устанавливает общие технические требования к аспираторам, используемым для наблюдения и контроля качества окружающего воздуха в населенных пунктах.

Стандарт не распространяется на аналогичные устройства, применяемые при анализе воздуха производственных помещений, уникальные или выпускаемые небольшими партиями аспираторы, предназначенные для научно-исследовательских работ.

6. ГОСТ 17.2.6.02-85–«Газоанализаторы автоматические для контроля загрязнения атмосферы».

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 5172-85.

Настоящий стандарт распространяется на автоматические газоанализаторы (далее – газоанализаторы), предназначенные для контроля загрязнения атмосферы в городах и других населенных пунктах, а также для измерений фоновых уровней загрязнения атмосферы.

Стандарт не распространяется на лабораторные и дистанционные газоанализаторы, а также газоанализаторы для научных исследований.

В настоящем стандарте также указаны классификация газоанализаторов, технические требования к ним, а также общие требования к методам определения загрязняющих веществ.

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к методам определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

На основе настоящего стандарта должны разрабатываться государственные стандарты на конкретные методы определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

7. ГОСТ 17.2.1.03-84 – Охрана природы. Атмосфера. «Термины и определения контроля загрязнения».

Настоящий стандарт устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины, определения и понятия в области контроля загрязнения атмосферы.

Термины, установленные стандартом, обязательны для применения в документации всех видов, научно-технической, учебной и справочной литературе.

Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин. Применение терминов – синонимов стандартизованного термина допускается. Недопустимые к применению термины – синонимы приведены в стандарте в качестве справочных и обозначены «ндп»

8. ГОСТ 17.2.3.02-78 – Охрана природы. Атмосфера. «Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями».

Настоящий стандарт определяет правила установления допустимых выбросов вредных веществ проектируемыми и действующими промышленными предприятиями в атмосферу.

На основе настоящего стандарта министерства и ведомства разрабатывают отраслевые стандарты и другую нормативно-техническую документацию, регламентирующую установление величин выбросов вредных веществ с учетом отраслевых особенностей.

В стандарт включены следующие разделы:

общие требования;

критерии качества атмосферного воздуха при установлении ПДВ;

установление ПДВ (ВСВ);

контроль за соблюдением ПДВ (ВСВ).

Все вышеперечисленные стандарты были разработаны и утверждены комитетами бывшего СССР, приняты Комитетом стандартизации РК и распространяются на всей территории республики.

6.1.4. Классификация основных методов: физических, химических, комбинированных

Все средства контроля экологического мониторинга с точки зрения используемых методов исследования разделяются на дистанционные и наземные.

Дистанционные методы осуществляются посредством зондирующих полей (электромагнитных, акустических, гравитационных) и переноса полученной информации к датчику, т.е. базируются на физических методах исследования, используемых в авиационном и космическом мониторинге, а также для слежения за средой в труднодоступных местах Земли.

Наземные методы базируются на химических и биологических методах исследования.

Дистанционные методы широко применяются при изучении атмосферы, гидросферы и биолитосферы. Преимуществом дистанционного измерения является возможность непрерывного определения средних концентраций вредных веществ по площади, а также оценки вертикального распределения примесей, характеризующих потенциал загрязнений. Кроме того, данные методы позволяют оценивать движение загрязняющих веществ в атмосфере без анализа проб в различных пунктах и таким образом устанавливать влияние источника загрязнения, расположенного на расстоянии нескольких километров, прогнозировать угрожающие ситуации.

Методы анализа, используемые в современных лабораториях, занимающихся контролем окружающей среды, включают множество вариантов оптических методов анализа (например, спектрометрию в видимой, УФ- и ИК-областях), методов разделения на основе газовой, жидкостной и тонкослойной хроматографии, радиометрических, электрохимических методов, таких, как вольтамперометрия и ионометрия, имеющих определенные преимущества в отношении низкой стоимости и необходимых расходов на эксплуатацию приборов.

Главной задачей, стоящей перед специалистами данной области, является разработка новых, более чувствительных, точных, селективных и не слишком дорогостоящих методов анализа.

Оптические методы анализа используются во многих областях контроля ОС. Классические фотометрия и спектрофотометрия,

основанные на образовании определяемыми компонентами окрашенных соединений с разнообразными реагентами, достаточно широко применяются на практике (рис.12).

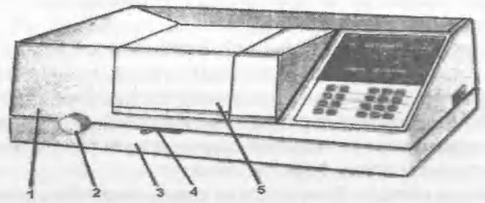


Рис. 12. Общий вид фотометра: *1* – кожух; *2* – ручка; *3* – металлическое основание; *4* – рукоятка; *5* – съемная крышка.

Вместе с тем усиливается роль атомно-абсорбционной и эмиссионной (флуоресцентной) спектрометрии, т.е. тех методов, которые позволяют уже сейчас определять большинство химических элементов в анализируемых пробах с низкими пределами обнаружения (10^{-14} г). Для этих целей широкое практическое применение , несмотря на высокую стоимость, получили автоматизированные спектрометры и квантометры.

Атомно-абсорбционная спектрометрия (рис. 13) становится обычным методом, особенно при контроле загрязненных атмосферы и воды, когда простейшая предварительная пробоподготовка или концентрирование способствуют повышению чувствительности определений, т.е. перечисленные выше методы позволяют идентифицировать количественный состав определяемых компонентов (загрязнителей) в различных объектах ОС.

Для установления структуры и исследования механизма протекающих процессов, используются методы: рентгенофлуорсецентный, дифракционный анализ, молекулярная спектрометрия (ИК-, УФ-, ЯМР-, ЭПР- спектроскопии и др.). В качестве приборного оснащения данных методов на рис. 14, а, б демонстрируется спектрофотометр UV-1201.

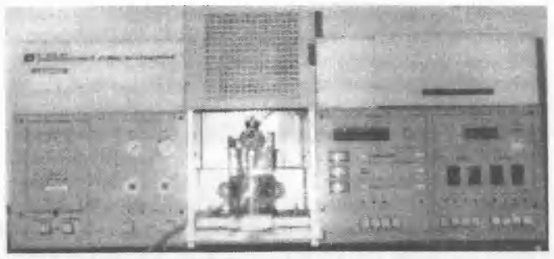


Рис. 13. Спектрофотометр атомно-абсорбционный С-115-М1

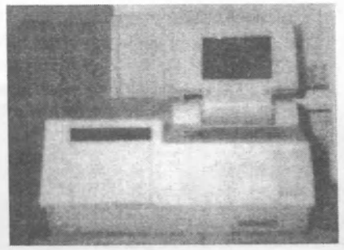
Радиометрические методы занимают особое положение среди методов аналитического контроля ОПС. Их применение в лабораториях контроля загрязнений ОС ограничено, так как они предполагают использование специального оборудования и соблюдение множества требований безопасности. Однако в тех случаях, когда другие методы анализа не могут быть использованы, в основном из-за очень высоких требований к пределам обнаружения, применяют радиометрические. Например, для определения следов элементов в биологических материалах используется изотопный стехиометрический анализ или нейтронно-активационный метод.

Большое значение приобрел метод меченых атомов. Этим методом исследуют эффективность различных приемов внесения удобрений в почву, пути проникновения микроэлементов в организмы, в листья растений.

В настоящее время быстро совершенствуются методы разделения, особенно газохроматографические (в сочетании с ИК-, ЭПР- спектрометрией), и методы жидкостной хроматографии (распределительной, ионообменной, адсорбционной), а также электрофоретические методы. Для идентификации и количественного определения органических соединений со сходной структурой хроматографические методы часто оказываются незаменимыми (рис. 15).

Поскольку при контроле объектов ОС чаще всего проводят серийные анализы, предпочтение отдают тем методикам, которые легко поддаются полной автоматизации, начиная от отбора проб и кончая выдачей результатов анализа. При выборе метода анализа

а



б

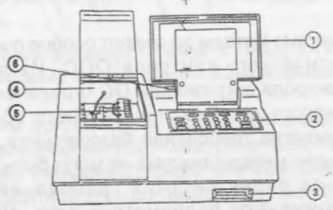


Рис. 14. Спектрофотометр видимой и ультрафиолетовой области UV-1201 фирмы "Шимадзу": а – общий вид прибора; б – фронтальный обзор UV-1201. 1 – экран; 2 – клавиатура; 3 – дискеты; 4 – пробный отсек; 5 – многоячеистая кассета; 6 – отсек источника света

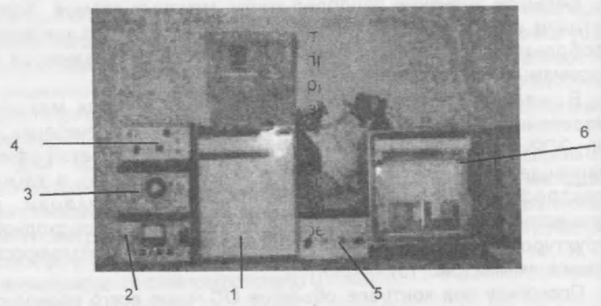


Рис. 15. Газовый хроматограф ЛХМ-8МД: *1* – блок анализатора; *2* – блок питания детектора; *3* – блок программирования температуры; *4* – усилитель малых токов ИМП-0,5; *5* – блок подготовки газов; *6* – самописец КСП-4

желательно, чтобы стоимость оборудования была доступна для большинства лабораторий, использующих этот метод.

Достаточно часто контроль качества ОС приходится проводить в полевых условиях, а это исключает работу с крупногабаритными приборами, даже если они удовлетворяют указанным выше критериям.

Современные приборы и оборудование должны быть приспособлены для контроля широкой номенклатуры веществ и для определения по возможности нескольких компонентов проб.

В наибольшей степени указанным выше требованиям удовлетворяют электрохимические методы, которые широко применяются в анализе почв, вод, атмосферы, биологических объектов. К основным электрохимическим методам, относятся вольтамперометрия (включая полярографию), потенциометрия (ионометрия), кулонометрия и кондуктометрия. Из всех этих методов только ионометрия с мембранными ионоселективными электродами явилась принципиально новой разработкой второй половины XX столетия.

Все методы химического анализа, и уже освоенные, и вновь появившиеся, постоянно совершенствуются. В дальнейшем их совершенствование будет происходить в основном за счет применения аналоговых и цифровых устройств или их комбинаций, а также за счет автоматизации и миниатюризации аппаратуры и модернизации способов отработки больших выборок экспериментальных данных современными математико-статистическими методами.

6.1.5. Методы периодического и непрерывного контроля. Автоматизированные системы

Методы контроля качества воздушной среды целесообразно разделить на следующие группы: методы непрерывного производственного контроля, методы периодического контроля, экспресс-методы. При этом в каждой группе выделяются подгруппы по технологическим принципам выполнения исследований (рис. 16).

Методы непрерывного контроля с автоматической регистрацией исследуемых величин наиболее совершенны: они позволяют получить достаточно полную характеристику очага загрязнения.

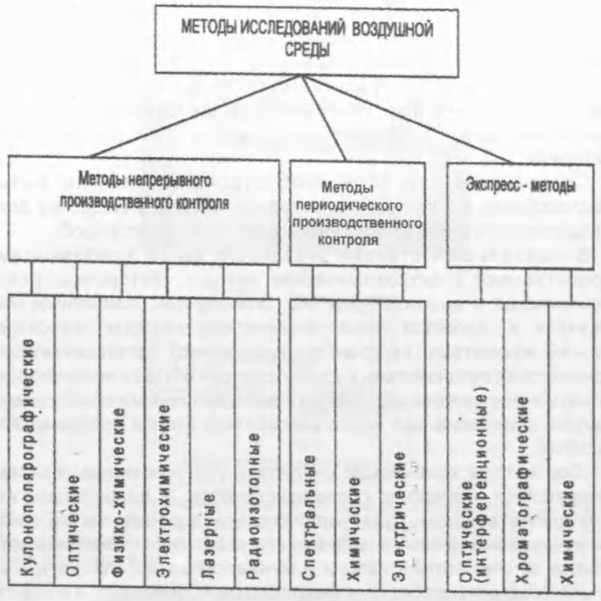


Рис. 16. Методы исследований воздушной среды

Периодический контроль обеспечивает получение характеристики загрязнения атмосферного воздуха через определенные отрезки времени, устанавливаемые соответствующим графиком и увязываемые или с циклами производственных процессов, или с сезонными изменениями ситуации. При периодическом контроле атмосферного воздуха анализ проб обычно проводится в лабораторных условиях. Пользование экспресс-методом контроля воздушной среды обычно приурочивается к экстремальным условиям (производство массового взрыва, температурная инверсия и пр.), к проведению экспериментальных работ по эффективности защиты атмосферного

воздуха от загрязнения или к измерениям, осуществляемым непосредственно на рабочих местах для установления комфортных условий труда. Отобранные с помощью поглотительных приборов и электроаспираторов пробы атмосферного воздуха подлежат анализу физико-химическими методами. В состав атмосферного воздуха входят вещества с очень малой концентрацией, поэтому при анализе должны применяться высокочувствительные методы.

В настоящее время концентрацию газов и паров в атмосферном воздухе определяют различными фотометрическими методами. Чаще всего используется спектрофотометрический метод анализа, основанный на способности окрашенных растворов поглощать свет в диапазоне волн от УФ до ИК. Поглощение зависит от свойств вещества и его концентрации. При спектрометрическом методе анализа исследуемый компонент переводится в соединение, поглощающее свет, а затем измеряется количество этого продукта реакции по световому потоку, прошедшему через раствор.

Современная аналитическая химия позволяет найти цветную реакцию для любого химического вещества – органического и неорганического. Однако на практике фотометрические методы используются для определения содержания в воздухе неорганических веществ.

Спектрофотометрические измерения обычно проводят при помощи спектрофотометров и фотоэлектроколориметров. Действие этих приборов основано на изменении интенсивности светового потока при прохождении через раствор в зависимости от толщины слоя, степени окраски и концентрации. Мерой концентрации является оптическая плотность $Д$ или светопропускание τ. Спектрофотометры дают возможность охватить более широкий диапазон волн, чем фотоколориметры; точность определения повышается благодаря использованию монохроматического излучения.

Измерение коэффициента пропускания состоит в том, что на фотопреобразователи направляются световые потоки – полный и пропущенный через исследуемую среду – и определяется отношение этих потоков. Обозначив полный световой поток буквой $Ф_0$, а пропущенный через среду – Ф, получим коэффициент пропускания τ (%) в виде отношения $\tau = 100\ Ф/Ф_0$.

Чем выше концентрация вещества в растворе, тем больше оптическая плотность раствора и меньше его светопропускание.

Спектрофотометрический метод анализа довольно прост в реализации. Используемые приборы – фотоколориметры – недороги и удобны в эксплуатации. С помощью этих приборов определяется концентрация веществ в растворах в видимой области спектра.

Фотоколориметры подразделяются на одно- и двухканальные. В одноканальном приборе световые потоки Ф и $Ф_0$ поступают на фотопреобразователь поочередно по одному оптическому каналу. В двухканальном приборе световые потоки освещают свои фотопреобразователи одновременно.

Анализ атмосферного воздуха, загрязненного выбросами промышленных предприятий и автотранспорта, – крайне сложная задача. В последние годы для анализа воздушной среды, особенно органических веществ, широко применяется хроматографический метод, основанный на разделении и анализе смеси веществ в динамических условиях. Из хроматографических методов наиболее распространена газовая адсорбционная хроматография.

Химический метод анализа проб атмосферного воздуха прост в реализации. Однако недостатками метода являются длительность отбора пробы и довольно большое время анализа. В результате сведения о том, что концентрация веществ в пункте наблюдения превышает ПДК, поступают в заинтересованные инстанции с запаздыванием, которое исчисляется часами, а иногда сутками.

В настоящее время большое внимание уделяется развитию автоматических средств наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы, которые позволяют оперативно определять концентрацию, в том числе выявлять максимальные концентрации загрязняющих веществ, и управлять процессом очистки атмосферного воздуха путем включения газоанализаторов в системы автоматизированного контроля и управления технологическими процессами.

К газоанализаторам предъявляются следующие требования: приборы должны иметь высокую чувствительность, позволяющую проводить измерения на уровне 0,1 ПДК и выше. Приборы должны обладать высокой избирательной способностью.

В основу работы автоматических газоанализаторов положены различные физико-химические методы анализа: электрохимический, инфракрасный, люминесцентный и др.

Анализ загрязняющих воздух примесей относится к наиболее трудным задачам аналитической химии, поскольку в пробе одновременно могут находиться сотни токсичных веществ, как органических, так и неорганических. Для селективного определения отдельных компонентов требуется применение различных методов и технических средств анализа.

Для контроля качества атмосферного воздуха широко используются автоматические газоанализаторы шестисотой серии. Наличие в составе газоанализаторов ФЭУ позволяет перейти от аналогового вида информации к счету квантов света. При этом повышаются чувствительность и точность приборов и исключается необходимость нескольких диапазонов измерений, так как измеренный сигнал будет выдаваться в цифровом виде, что упрощает электронные блоки. Введение микропроцессора, кроме того, позволяет сразу интегрировать сигнал за 10, 20, 30 или 60 мин. Основные характеристики нового поколения газоанализаторв шестисотой серии приведены в табл. 7. Эти газоанализаторы соответствуют мировым стандартам как по основным характеристикам, так и по эксплуатационным качествам. Они рассчитаны на непрерывную работу в течение 30 сут. К точности газоанализаторов предъявлены повышенные требования путем задания нормированной абсолютной погрешности по всему интервалу измерений в виде

$$\Delta = a + вC,$$

где а – постоянно составляющая абсолютной погрешности измерения; вС – переменная составляющая абсолютной погрешности измерения (в – относительная погрешность измерения, С – измеренная концентрация).

Созданная в России система контроля ОС, состоящая из двух частей: подсистемы контроля (мониторинга) источников загрязнения атмосферного воздуха и подсистемы контроля источников загрязнения, является основой для решения задачи управления качеством атмосферного воздуха. Подсистема мониторинга загрязнения решает задачи получения информации о состоянии атмосферного воздуха и сопоставления с нормами загрязнения – ПДК, получения оценки состояния загрязнения воздуха и выявления источников загрязнения, прогноза состояния атмосферы.

Подсистема мониторинга источников загрязнения осуществляет контроль за соблюдением норм ПДВ, обеспечивающих установленный уровень ПДК веществ в воздухе.

Таблица 7. **Основные характеристики газоанализаторов**

Тип газоанализатора	Измеряемый компонент	Предел обнаружения, мг/м^3	Верхний предел измерения, мг/м^3	Погрешность, %	Масса, кг	Габариты, мм
«Палладий-3»	CO	0,75	50	Не более 10, переменная по шкале	5	225x205x285
623 КПИ-03	CH_4 ?CH *л*CH	0,1 0,1 0,1	50 для цифровых сигналов; 5, 15, 50 для аналоговых сигналов	15	35	483x591x241
645 ХЛ-03	NO NO_2 NO_x	0,001 0,001 0,001	10 для цифровых сигналов; 0,1; 0,5; 2,0; 10,0 для аналоговых сигналов	15	40	483x670x221
667 ФФ-03	SO_{22}	0,001	10 для цифровых сигналов; 0,2; 1,0; 5,0 для аналоговых сигналов	15	35	483x580x221

Основной принцип регулирования уровня загрязнения воздушного бассейна состоит в обеспечении нормированного показателя качества атмосферного воздуха ПДК путем выполнения предприятиями установленных нормативов ПО ПДВ и специальных мероприятий по снижению выбросов веществ при получении предупреждения о возможном повышении уровня загрязнения

атмосферы вследствие прогнозирующих КМУ. Регулировать количество выбросов можно путем воздействия на технологический процесс, при котором образуются загрязняющие воздух вещества, или путем совершенствования системы пылегазоочистки. Указанный принцип регулирования является исходным для разработки основ построения автоматизированных систем управления качеством атмосферы (АСУКА).

Важное место в АСУКА принадлежит подсистеме контроля и регулирования уровня загрязнения атмосферы. Базой этой подсистемы является автоматизированная система контроля загрязнения атмосферы АНКОС – АГ. По информации от автоматических станций контроля загрязнения атмосферы (АСКЗА –Г) и контроля турбулентности приземного слоя атмосферы (АСКТ), а также по метеорологическим данным, получаемым от управления по гидрометеорологии, в подсистеме осуществляются оценка современного состояния и краткосрочный прогноз уровня загрязнения атмосферного воздуха, которые являются исходными при решении вопроса о необходимости уменьшения выбросов.

Важной составной частью АНКОС-АГ, определяющей ее возможности, является программно-математическое обеспечение (ПМО) для обработки данных на ЭВМ. Задачами ПМО являются:

первичная обработка данных;

формирование отчетов о состоянии воздушного бассейна;

оперативное представление полей загрязнения воздуха на графическом дисплее или графопостроителе с целью оценки и анализа изменения уровня загрязнения воздушного бассейна;

организация диалога оператора и системы, позволяющего управлять системными средствами;

организация хранения информации, полученной системой;

оперативное прогнозирование уровня загрязнения воздуха;

определение источников, уменьшение выброса которых приводит к снижению повышенного уровня загрязнения воздуха.

АНКОС-АГ предназначена для автоматизированного сбора и обработки информации об уровне загрязнения атмосферного воздуха в промышленных центрах и регионах.

6.1.6. Источники загрязнения атмосферы. Требования к методам контроля. Отбор проб (основные методы, оборудование для отбора проб, консервирование и хранение)

При абстрактном подходе все проблемы ОС можно свести к человеку: любое отрицательное воздействие на ОС исходит от человека как субъекта хозяйственной деятельности, производителя, потребителя, носителя технического прогресса и просто как жителя планеты. В связи с этим необходимо проанализировать некоторые аспекты деятельности человека, которые оказывают особенно вредное воздействие на среду.

До последнего времени считалось бесспорным, что серьезные нарушения ОС человек совершает в сфере производственной деятельности. Заводские трубы являлись основными источниками загрязнения воздуха, стоки промышленных предприятий – рек, прибрежных морских вод и т.д.

Проблема загрязнения атмосферного воздуха в основном присуща крупным городам и промышленным агломератам, где проживает около половины населения республики. В 1990-е годы из-за спада производства, закрытия многих производств, уменьшения числа транспортных перевозок валовые выбросы веществ сократились на 20%. Вместе с тем резкое увеличение количества автомобилей, в том числе старых и неисправных, вызывает повышение концентрации оксида углерода и диоксида азота в крупных городах: Алматы, Усть-Каменогорске, Шымкенте.

Общее количество загрязняющих веществ, выбрасываемых ежегодно в атмосферный воздух, таково (тыс. т): стационарными источниками – 2300; автотранспортом – 1100, в том числе CO– 410; NO_x – 160; H_2S –0,9; SO_2 – 100; твердых частиц – 670; аммиака – 0,1; других – 250.

В 15 городах республики концентрации загрязняющих вредных веществ в воздухе превышают норму. В Усть-Каменогорске, Актобе, Лениногорске и Алматы предельно допустимый уровень (ПДУ) загрязнения превышен более чем в 10 раз. Повышенный уровень загрязнения наблюдается в Актау, Темиртау, Таразе, Петропавловске, Шымкенте. Значительно оздоровились воздушные бассейны городов Экибастуза и Атырау. Во всех остальных городах загрязненность атмосферы остается в целом на уровне предыдущих лет (табл. 8).

Наиболее загрязненным городом считается Усть-Каменогорск, где основной вклад в загрязнение атмосферы вносит металлургический комплекс ОАО «Казцинк», увеличивший в 1999 г. выпуск продукции.

Анализ выполнения воздухоохранных мероприятий предприятиями цветной металлургии и теплоэнергетики за 1998 г. по г. Усть-Каменогорску показал, что при планируемых затратах 31 млн. тенге фактически выполнено мероприятий на 18 млн. тенге, что позволило снизить выбросы этих предприятий всего на 102 тыс. т от планируемых 240 тыс. т. Возросло содержание формальдегида в 1,15, фенола в 1,61 и NO_2 в 1,11 раза. Промышленные выбросы осуществляют цинковый завод ОАО «Казцинк», Лениногорский мясокомбинат, Лениногорская ТЭЦ, а также авто- и железнодорожный транспорт.

В Павлодарско-Экибастузском регионе семь предприятий энергетики выбрасывают в атмосферу около 400 тыс. т/год загрязняющих веществ. Главной проблемой является увеличение в выбросах токсичных веществ из-за использования непроектного твердого топлива с повышенной зольностью (до 48%). Одновременно возрастает количество золошлаковых отходов, приводящих к увеличению площадей золоотвалов. В выбросах вредных веществ от стационарных источников основную долю составляют жидкие и газообразные – 54%. Общий объем выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в 1999 г. снизился по сравнению с 1998 г. на 8%, в 2000 г. – еще на 13%.

В результате проведенных ОАО «Алюминий Казахстана» природоохранных мероприятий с освоением запланированных на них 300 млн тенге в 2000 г. объем выбросов пыли от печей спекания и кальцинации должны снизился на 2000 т, оксида алюминия – на 10 т в год. Перевод печей кальцинации на сжигание малосернистого мазута обеспечил снижение выбросов диоксида серы на 2000 т в год.

Основной вклад в загрязнение воздушного бассейна Центрального Казахстана вносят четыре крупнейших предприятия Карагандинской области: Балхашский горно-металлургический комбинат – 403 тыс. т/год; Жезказганский медеплавильный завод – 131 тыс. т/год, ГПЭС корпорации «Казахмыс» – 75 тыс. т/год; АООТ «Испат-Кармет» – 334 тыс. т/год; ТОО «Караганда Поузр» – 45 тыс. т/год.

Таблица 8. **Загрязнение воздушного бассейна городов Казахстана**

Город	ИЗА$_5$	Примеси, превышающие ПДК	Средняя концентрация		Максимальная концентрация	
			мг/м^3	Кратность прев. ПДК	мг/м^3	Кратность прев.ПДК
Усть-Каменогорск	17,6	Пыль	0,1		0,8	1,6
		Диоксид серы	0,167	3,3	1,023	2,0
		Оксид углерода	2		10	2,0
		Диоксид азота	0,05	1,3	0,20	2,4
		Фенол	0,018	5,9	0,048	4,8
		Формальдегид	0,010	3,3	0,033	11,0
Актобе	11,4	Диоксид азота	0,06	1,5	0,12	1,4
		Формальдегид	0,015	5,1	0,021	7,0
Лениногорск	10,2	Диоксид серы	0,092	1,8	0,184	3,7
		Диоксид азота	0,08	2,0	0,20	2,4
		Фенол	0,010	3,3	0,018	1,8
Алматы	10,3	Пыль	0,4	2,7	0,8	1,6
		Формальдегид	0,011	3,7	0,025	8,3
Шымкент	9,0	Пыль	0,4	2,7	0,8	1,6
		Оксид углерода	3	1,0	8	1,6
		Диоксид азота	0,05	1,3	0,25	2,9
		Формальдегид	0,007	2,4	0,060	1,7
Тараз	8,8	Диоксид азота	0,04	1,0	0,13	1,5
		Формальдегид	0,011	3,7	0,029	9,7
Петропавловск	6,3	Оксид углерода	3	1,0	6	1,2
		Фенол	0,006	1,3	0,008	2,7
		Формальдегид	0,006	2,0	0,016	5,3
Актау	5,9	Пыль	0,6	4,0	1,8	1,1
		Диоксид азота	0,05	1,3	0,09	1,1
Жезказган	5,0	Пыль	0,6	4,0	2,3	4,6
		Диоксид азота	0,02	-	0,13	1,5
Темиртау	4,8	Пыль	0,2	1,3	0,4	2,6
		Фенол	0,004	1,3	0,018	1,8
		Аммиак	0,08	2,0	0,25	1,3
Семипалатинск	3,6	Пыль	0,3	2,0	1,0	6,7
		Оксид углерода	4	1,3	7	1,4
Караганда	3,8	Диоксид азота	0,05	1,3	0,32	3,8
		Фенол	0,004	1,3	0,027	2,7
Атырау	2,4	Пыль	0,3	2,0	0,7	1,4
		Диоксид азота	0,01	-	0,14	1,6
Астана	1,9	Фтористый водород	0,007	1,4	0,049	2,5

Одной из проблем Балхашского региона является загрязнение атмосферы выбросами Балхашского медеплавильного завода, который выпускает медь без очистки SO_2.

Загрязнение воздуха токсичными элементами: мышьяком, сурьмой, свинцом, цинком – происходит в результате запыления хвостохранилищами территорий АО «Жезказганцветмет», АО «Балхашмыс», Жайремского ГОК.

Из Карагандинского угольного бассейна при его разработке выделяется метан и загрязняет атмосферу. По предварительным подсчетам запасы метана составляют около 1 трлн м^3.

В загрязнение атмосферного воздуха свою лепту вносят и нефтегазовые комплексы в Атырауской, Мангистауской, Актюбинской, Западно-Казахстанской и Кызылординской областях.

В Западно-Казахстанской области с освоением Карачаганакского газоконденсатного комплекса в прилежащих к месторождению поселках содержания УВ достигали: в Аксае – 15,9 ПДК, Успеновке – 15,2 ПДК, Березовке – 14,4 ПДК.

В Актюбинской области в загрязнении воздуха важную роль играет Жанажольский газоперерабатывающий завод, который сжигает на факелах до 500 млн м^3 не очищенного от сероводорода природного газа.

В связи со строительством газотурбинной станции мощностью 198 МВт утилизируется 420 млн м^3 природного газа.

В Атырауской области атмосфера загрязняется выбросами нефтяных компаний ТШО, Эмбамунайгаз, Аджип ККО, АНПЗ, АНУ и т.д.

Данные о ежегодных выбросах в атмосферу этих предприятий показаны на рис. 17.

Значительное количество загрязняющих веществ на территорию РК поступает из соседних государств. В Казахстане доля таких трансграничных поступлений составляет: серы –54% (446 086 т), азота (окисленного) – 81% (197 810 т), азота (восстановленного) – 49% (10 857 т). Максимальный вклад в выпадение на Казахстан соединений серы после собственных источников вносят Россия (28%), Узбекистан (10%), Украина (8%).

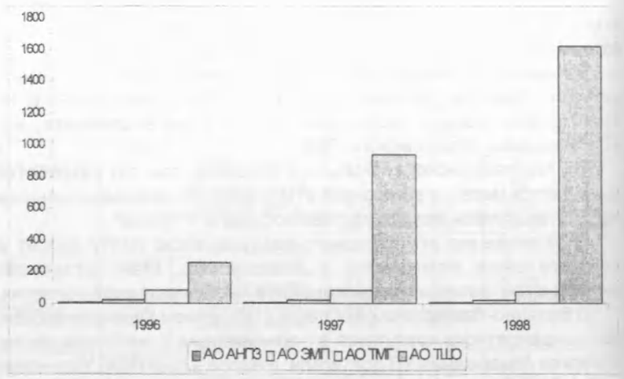


Рис. 17. Количество сожженного газа в факелах по предприятиям Атырауской области

Основная масса окисленного азота поступает из России (43%), незначительная часть – из Узбекистана, Кыргызстана, государств Европы.

Из 49% восстановленного азота, поступающего на территорию Казахстана, на долю России приходится 22%, Узбекистана – 8%, Украины, стран Юго-Восточной Азии и других государств – 19%.

По данным государственного доклада «О состоянии ОПС РФ в 1996 г.» в 1995 г. от источников РФ на территорию РК выпало 2795 кг свинца и 851 кг кадмия. В свою очередь, экспорт из Казахстана в Россию составил 480 кг свинца и 129 кг кадмия, т.е. импорт Казахстана из России превышает экспорт по свинцу в 5,8 раза, по кадмию в 6,5 раза.

Отбор парогазовых веществ в жидкие поглотительные среды – наиболее распространенный способ. Анализируемые вещества растворяются или вступают в химическое взаимодействие с поглотительной средой (хемосорбция), которая обеспечивает полноту поглощения вследствие образования нелетучих соединений. При этом упрощается подготовка пробы к анализу, который обычно проводят в жидкой фазе.

Отбор проб в растворы осуществляют аспирацией исследуемого воздуха через поглотительный сосуд (абсорбер) (рис. 18) с каким-либо растворителем (органические растворители, кислоты, спирты, вода и др.). Скорость пропускания воздуха может меняться в широких пределах – от 0,1 до 100 л/мин (рис.18, в).

Полнота поглощения зависит от многих факторов, в том числе от конструкции поглотительных сосудов. Наиболее распространены на практике абсорберы со стеклянными пористыми пластинками, поглотительные сосуды Рихтера, Зайцева (рис. 18, а, б).

Для физической абсорбции важно, чтобы поверхность соприкосновения фаз была наибольшей. В поглотителях с пористой пластинкой этот эффект достигается за счет уменьшения пузырьков воздуха при прохождении его через пористый фильтр, вследствие чего возрастает контакт воздуха с раствором, а скорость аспирации воздуха может быть повышена до 3 л/мин.

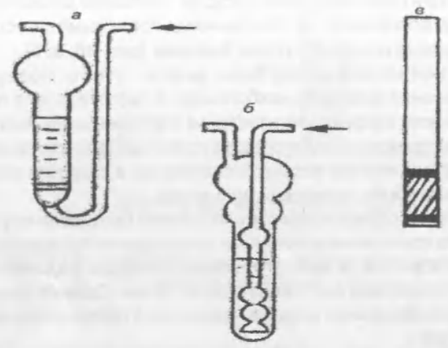
Увеличение поверхности контакта может быть достигнуто также в результате повышения длины пути прохождения пузырьков воздуха через раствор. Так, в поглотительных сосудах Зайцева высота столба растворителя составляет около 10 см. Однако предельная скорость просасывания воздуха через такой поглотитель не более 0,5 – 0,6 л/мин.

При отборе проб в поглотительные сосуды Рихтера, в которых используется эжекция, скорость аспирации воздуха может достичь 100 л/мин. Более эффективным является поглощение, основанное на химических реакциях исследуемых веществ с поглотительной жидкостью.

При использовании в качестве поглотительной жидкости летучих органических растворителей отбор проб рекомендуется проводить в охлажденный абсорбер. В противном случае жидкость испаряется и погрешность количественного анализа заметно возрастает.

Применение для отбора проб воздуха твердого сорбента используемых сорбционных трубок (СТ) исключает перечисленные выше недостатки и дает возможность увеличить скорость пропускания воздуха и за короткое время накопить исследуемое вещество в количестве, достаточном для его определения. Твердые сорбенты позволяют также осуществлять избирательную сорбцию одних веществ в присутствии других, кроме того, твердые сорбенты удобны как в работе, так и при транспортировке и хранении отобранных проб.

В качестве сорбентов применяют силикагели, молекулярные сита, активный уголь, пористые полимерные и другие сорбенты, т.е. сорбенты с активной поверхностью. Кроме того, используют наполнители хроматографических колонок.



Твердые сорбенты, применяемые для отбора проб воздуха, должны обладать механической прочностью, иметь небольшое сродство с водяным паром (т.е. плохо сорбировать его), легко активироваться, обладать максимальной сорбционной способностью по отношению к анализируемым веществам, а при анализе легко десорбировать поглощенное вещество, иметь однородную структуру поверхности. Сорбционно - десорбционные свойства сорбента определяются не только полярностью его поверхности, но и эффективным радиусом пор и их формой. Поры с эффективным радиусом менее 2 нм называют микропорами. Они играют для пробоотбора наиболее существенную роль, а их объем, выраженный в $см^3/г$ сорбента, обусловливает его сорбционную способность. У сорбентов с очень малой сорбционной способностью общий объем микропор составляет менее 0,1 $см^3/г$, а самые эффективные сорбенты имеют общий объем пор 0,5– 0,6 $см^3/г$. При очень низких концентрациях паров и газов химических веществ в

воздухе адсорбция осуществляется преимущественно адсорбционными центрами в микропорах.

В настоящее время для повышения чувствительности и эффективности определения очень малых концентраций загрязняющего вещества в воздухе применяется процесс хемосорбции, сопровождающийся химическим взаимодействием поглощаемого вещества с реагентом, находящимся в поглотительном растворе или нанесенным на твердый сорбент. Химические реактивы наносят на твердый носитель или на сорбент с активной поверхностью (уголь, силикагель). Хемосорбция протекает очень быстро, поэтому адсорбируются незначительные количества загрязняющих веществ. Примером использования для аналитических целей хемосорбентов являются индикаторные трубки.

Одним из вариантов хемосорбентов являются пленочные сорбенты, представляющие собой пленки стеклянного порошка (размером 3–5 мм), обработанного пленкообразующим раствором. Пленочный сорбент помещают в стеклянную трубку длиной 17–20 см, диаметром 7 мм между двумя перфорированным перегородками. При пропускании через трубку воздуха исследуемое вещество взаимодействует с пленкой вязкого сорбирующего раствора и затем элюируется соответствующим раствором. Скорость аспирации воздуха трубками с пленочным сорбентом может достигать 20 л/мин.

На хемосорбции основан также отбор проб на аэрозольные фильтры АФА импрегнированным твердым сорбентом с добавлением химических реагентов.

Для улавливания из воздуха высокодисперсных аэрозолей и твердых частиц применяют различные фильтрующие материалы. Для гравиметрического определения концентрации аэрозолей и твердых частиц используют фильтры АФА-ВП, изготовленные из тонковолокнистого перхлорвинилового волокна. Фильтры имеют небольшую массу и гидрофобны. Для химического анализа аэрозолей предназначены фильтры АФА-ХП, изготовленные из трех видов ультратонких волокон.

При отборе проб фильтры закрепляют в специальных фильтродержателях, в которых диаметр выреза соответствует рабочей поверхности фильтра. Фильтры могут быть использованы при температуре ОС от –20 до 150 °С и скорости аспирации до 140 л/мин.

Кроме описанных методов для отбора проб воздуха применяются различные индивидуальные дозиметры разных химических, радиоактивных и других веществ, пыли, детально описанные в «Руководстве по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Для отбора проб атмосферного воздуха самым простым способом является пропускание воздуха с помощью побудителя расхода со скоростью, регистрируемой расходомерным устройством через накопительный элемент – аспирационное устройство. Данные устройства подразделяются в зависимости от:

расхода воздуха – на малорасходные и высокорасходные;

источника энергии – на сетевые, аккумуляторные, универсальные и ручные;

объекта отбора проб – на устройства для газовых и аэродисперсных примесей;

количества одновременно отбираемых проб – на одно- и многоканальные;

условий эксплуатации – на стационарные, переносные, а также индивидуальные пробоотборники;

степени автоматизации программы работ – на аспираторы ручного управления, полуавтоматические, автоматические.

6.2. Мониторинг природных вод

Государственный мониторинг водных объектов является составной частью системы государственного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов. Он представляет собой систему регулярных наблюдений за гидрологическими, гидрогеологическими, гидрогеохимическими, санитарно-химическими, микробиологическими, паразитологическими, радиологическими и токсикологическими показателями их состояния, сбор, обработку и передачу полученной информации в целях своевременного выявления негативных процессов, оценки и прогнозирования их развития, выработку рекомендаций по предотвращению вредных последствий и определению степени эффективности осуществляемых водохозяйственных мероприятий.

Государственный мониторинг водных объектов осуществляется уполномоченным органом в области использования и охраны водного фонда совместно с центральным исполнительным органом

Республики Казахстан в области охраны окружающей среды, уполномоченным органом в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, уполномоченным органом по использованию и охране недр по совместно выработанной методике.

6.2.1. Мониторинг природных вод поверхностных водоисточников. Организация наблюдения и контроль за качеством поверхностных источников

К поверхностным относятся воды, постоянно или временно находящиеся на земной поверхности. Это воды рек, временных водотоков, озер, водохранилищ, прудов, водосливов, болот, ледников и снежного покрова.

Мониторинг качества поверхностных вод суши связан с необходимостью решения таких специфических и сложных задач, как оценка качества поверхностных вод на всей территории республики и тенденции его изменения; обеспечение государственных органов информацией, необходимой для принятия общенациональных законодательных решений; контроль пограничных и трансграничных водных объектов; соблюдение международных соглашений, в том числе по проблемам трансграничного переноса, оценка нагрузки загрязняющих веществ на водные объекты, участие в программах глобальной системы мониторинга ОС.

При организации мониторинга поверхностных вод используется специально созданная сеть пунктов наблюдения. Порядок организации и проведения наблюдений на этих пунктах определяется ГОСТом 17.1.3.07-82. Данная система контроля предусматривает согласованную программу работ по гидрохимии, гидробиологии. Полученные данные характеризуют качество воды по физическим, химическим и гидробиологическим показателям.

Задачи мониторинга качества поверхностных вод суши могут решаться на основе правильно организованных стационарных сетевых наблюдений. Сеть должна обеспечивать приоритет контроля антропогенного воздействия, систематичность и комплексность наблюдений, оперативность получения и передачи информации. Сеть наблюдений за загрязнением поверхностных вод предназначена для получения данных о качестве поверхностных

вод (по физическим, химическим и гидробиологическим показателям) и обеспечения информацией о качестве воды водоемов и водотоков заинтересованных организаций и отраслей хозяйства, в том числе экстренной информацией о резких изменениях уровня и загрязнения вод. Кроме того, она необходима для изучения процессов самоочищения и накопления загрязняющих веществ в донных отложениях, а также закономерностей выноса через устьевые створы рек. Такой подход позволяет определить баланс их загрязняющих веществ.

Систематические наблюдения проводятся на пунктах, расположенных с учетом состояния водоема и водотока. Они организованы в первую очередь на водных объектах, подверженных значительному загрязнению.

Пункты наблюдений включают один или несколько створов, которые устанавливаются с учетом гидрометрических и морфометрических особенностей водоема, расположения источников загрязнения, объема и состава сбрасываемых сточных вод, создаются пункты и на не загрязненных сточными водами участках водных объектов. Они называются фоновыми.

В РК наблюдения за загрязнением поверхностных вод по физическим и химическим показателям проводились на оборудованных 295 створах, 83 реках и водохранилищах. Наблюдения по гидробиологическим показателям проводились на 32 водных объектах, 153 створах.

В зависимости от назначения водного объекта, размеров, объемов, водности, качества вод сеть мониторинга подразделяется на четыре категории. Программы наблюдений (частота, объем, измеряемые показатели) определяются в соответствии с категорией пункта наблюдений по обязательной или сокращенной программе.

1. *Районы городов с населением свыше 1 млн человек; места нереста и зимовки особо ценных видов промысловых организмов.*

Эти районы характеризуются, как правило, повторяющимся аварийными сбросами и заморными явлениями, присутствием организованных сбросов сточных вод и высокой загрязненностью вод (превышение 100 ПДК по одному или нескольким показателям).

2. *Районы городов с населением 0,5– 1,0 млн человек; районы важного рыбохозяйственного значения – места нереста и зимовки ценных видов промысловых организмов, предплотинные участки, а также места пересечения реками государственной границы.*

Эти районы отличаются местами организованного сброса сточных вод, в результате чего наблюдается систематическая загрязненность воды (превышение ПДК от 10 до 100 по одному или нескольким показателям).

3. *Районы городов с населением менее 0,5 млн человек; замыкающие створы больших и средних рек и водоемов.*

4. *Районы территорий государственных заповедников и национальных парков; водоемы и водотоки, являющиеся уникальными природными образованиями.*

Это, как правило, незагрязненные участки водотоков. В зависимости от наличия или отсутствия на водоемах и водотоках организованных сбросов сточных вод, их объема и состава устанавливается различное количество створов, на которых ведутся наблюдения.

На стационарных и экспедиционных пунктах наблюдений проводятся отбор проб воды, анализ первого дня (определения показателей непосредственно на объектах), а также отбор проб на консервацию. Стационарные пункты наблюдения за качеством поверхностных вод совмещены с гидрологическими постами и станциями. Обязательным для всех пунктов наблюдений является определение гидрологических характеристик (расход, средняя скорость потока, уровень и т.д.). Анализы отобранных проб поверхностных вод выполнялись в 13 лабораториях РГП «Казгидромет», так как он является ответственным за проведения мониторинга за состоянием поверхностных вод. Состояние вод характеризуется 70 показателями, такими, как, например, температура, взвешенные вещества, минерализация, цветность, прозрачность, значение водородного показателя pH, растворенный кислород, БПК-5, ХПК, запах, главные ионы, биогенные элементы и широко распространенные загрязняющие вещества – нефтепродукты, СПАВ, фенолы, пестициды и соединения тяжелых металлов.

К поверхностным водам относятся и морские воды. Проводится мониторинг воды двух морей, расположенных на территории республики, – Арала и Каспия.

Наблюдения на Аральском море осуществляются на пяти станциях, но нерегулярно. В 1994 г. была выполнена одна съемка, а в 1995 г. – две. На Каспийском море наблюдения проводились на семи станциях взморья р. Урал и пяти станциях, находящихся в

северо-восточной части, в районе Тенгизского нефегазового комплекса. В морских водах определяется до 30 показателей.

Гидробиологические показатели характеризуют качество воды как среды обитания живых организмов, населяющих водоемы. Гидробиологические методы позволяют оценить степень загрязнения вод, точнее, степень вредности для организмов совокупного действия всех присутствующих в воде загрязнителей. Эти методы наиболее чувствительные, они позволяют зарегистрировать самые незначительные, даже временные отклонения от нормы как отдельных биологических процессов, так и общего состояния водной экосистемы.

Один створ устанавливается на водотоках, не имеющих организованного сброса вод, в устьях загрязненных притоков, на незагрязненных участках, незамыкающих и предплотинных участках рек и в местах пересечения государственной границы. Два и более створа устанавливаются на водотоках с организованным сбросом сточных вод. При этом один из них располагают в 1 км выше источника загрязнения, другой – ниже его.

При контроле качества воды всего водоема сооружается не менее трех створов, равномерно распределенных по акватории. На каждом створе в зависимости от водотока размещается несколько вертикалей для отбора проб. При глубине водоема до 5 м устанавливается один горизонт отбора проб – на расстоянии 0,3 м от поверхности воды, а при глубине в 5–10 м – два горизонта – поверхностный и придонный (0,5 м от дна). При глубине от 10 до 100 м устанавливаются три горизонта – поверхностный, на половине глубины и придонный.

Периодичность и программа наблюдений зависят от категории водоема. В пунктах 1-й и 2-й категорий водоемов визуальные наблюдения проводятся ежедневно, гидрохимические и гидробиологические наблюдения – ежедекадно, ежемесячно (по сокращенной программе) и в основные фазы водного режима (по обязательной программе). Для остальных категорий наблюдения по обязательной программе выполняются 7 раз в год: во время половодья – на подъеме, пике и спаде; во время летней межени при наименьшем расходе воды и при прохождении дождевого паводка; осенью перед ледоставом; во время зимней межени.

Отбор проб воды для определения химического состава и физических свойств проводится в соответствии с ГОСТом 17.1.5-85.

6.2.2. Загрязнения водных объектов вредными веществами. Источники загрязнения. Оценка качественного состояния водных объектов. Методы анализа воды

Ежегодно в поверхностные водоемы республики сбрасывается около 200 млн м^3 загрязненных сточных вод.

Наибольший удельный вес сброса «загрязненных» сточных вод от общего объема имеют предприятия, расположенные на территориях Восточно-Казахстанской – 5,5%, Павлодарской – 2,28%, Карагандинской – 11% областей.

Основные объемы коллекторно-дренажных вод отводятся с территорий Южно-Казахстанской – 1,36 км^3, Кызылординской – 0,67 км^3 и Алматинской – 0,23 км^3 – областей.

Качественное состояние практически всех водных объектов республики, несмотря на продолжающийся спад производства и уменьшение объектов отводимых сточных вод почти в 2 раза, остается неудовлетворительным.

Индексы загрязнения воды р. Урал с 1994 по 1999 г. возросли с 2,6 до 8,8 (максимально в 1996 г. 11,5), а р. Сырдарьи – с 0,8 до 1,7.

Серьезной проблемой является уменьшение количества и ухудшение состояния озерных систем. В Северном Казахстане за последние 10–15 лет площади озер сократились на 10–12%.

Основные загрязнители поступают в водные объекты со сбросными водами предприятий химической, нефтеперерабатывающей, машиностроительной промышленностей и цветной металлургии. Из них наибольшее количество сточных вод в природные водные объекты отведено предприятиями компании «Казахстанэнерго» –1,8, Госкомводресурсов –1,1, и Корпорации атомной энергетики и промышленности –1,1 км^3.

Бассейн р. Урал охватывает высокоразвитые в промышленном отношении регионы, в том числе и Карачаганакское газоконденсатное месторождение, которые оказывают неблагоприятное воздействие на водоем (табл. 9).

Основными загрязняющими веществами реки являются тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы, органические и азотсдержащие вещества, медь, шестивалентный хром, бор. Загрязнения медью, цинком, фенолами и хромом имеют транзитный характер.

Таблица 9. **Содержания загрязняющих веществ в реках республики в ПДК**

Река	Нефтепродукты	Фенолы	Медь	Цинк	Азотнитритный	Азотамонин.	Ртуть
Иртыш (на входе в Павлодарскую область)	–	–	3–3,5	5–6		–	–
Нура	5,2	–	–	–	2,3	1,7	3,0
Шерубай-Нура	7,0	–	–	–	7,0	5,0	–
Сырдарья	–	–	–	–	–	–	–
Или	–	–	–	–	–	–	–

По данным химических анализов воды р. Урал в 1998 г. характеризовались следующими параметрами. Содержание меди составляло 2–3 ПДК. Увеличение содержания нитритов в воде отмечалось лишь зимой, т.е. в период замедления жизнедеятельности фитопланктона.

Река Илек отличается мелководьем, но имеет самую большую из всех притоков Урала водосборную площадь и максимальную загрязненность воды (бор, фенолы, шестивалентный хром, высокий солевой состав). В 1998 г. во время паводка вода р. Илек содержала до 7,4 ПДК органических загрязнений, до 4 ПДК нитритов и 1,5 ПДК хрома.

Повышенные концентрации шестивалентного хрома достигают р. Урал и с ее водами попадают в Каспийское море.

В бассейн р. Иртыш ежегодно сбрасывается около 0,12 км^3 сточных вод, что составляет около 60% общего сброса по республике. Основные загрязняющие вещества – медь, цинк, фенолы, азот нитритный. По всему течению реки воды оцениваются как «очень загрязненные».

Источниками загрязнения бассейна р. Иртыш остаются недостаточно очищенные стоки городов Семипалатинск (14,5 млн м^3/год) и Усть-Каменогорск (61,9 млн м^3/год). В неудовлетворительном техническом состоянии находятся канализационные сети и очистные сооружения в поселках и городах

области, что приводит к бактериальному загрязнению водных источников, в том числе источников питьевого водоснабжения. Критическим является техническое состояние канализационного дюкера через Иртыш в Семипалатинске, что создает угрозу прорыва дюкера и сброса неочищенных бытовых стоков в реку.

На входе в Павлодарскую область концентрация цинка составляет 5–6 ПДК, меди – 3–3,5 ПДК, что является следствием загрязнения реки сбросами от предприятий Восточно-Казахстанской области.

В г. Павлодаре на ПО «Химпром» за 15-летний период использования ртути в качестве катализатора при производстве каустической соды сформировались очаги загрязнения почвы и грунтовых вод. Поверхностное загрязнение распространено на площади 521 тыс. м^2. Общий объем накопленной на промплощадке ртути более 900 т. Содержание ртути в почве достигло 7 ПДК, что представляет угрозу для загрязнения подземных вод и р. Иртыш.

Нура и Шерубай-Нура относятся к числу рек с высокой степенью загрязненности в связи с большой зарегулированностью. Речной сток формируется за счет сброса сточных вод промышленных предприятий, и в настоящее время эти реки перешли в категорию объектов «вторичного загрязнения» ртутью. Шерубай-Нура, Сокыр характеризуются повышенным содержанием нефтепродуктов – до 7 ПДК (0,38 мгл), азота аммонийного – до 5 ПДК; нитратов – до 7 ПДК и относятся к классу умеренно загрязненных рек.

По р. Нуре наблюдаются превышения по нефтепродуктам – 5,2 ПДК; азоту аммонийному – до 1,7 ПДК (0,67 мг/л), нитратам – до 2,3 ПДК (0,18 мг/л). В створе пос. Тегисжол в воде р. Нуры отмечается превышение ртути до 3 ПДК – 0,0003 мг/л.

Одна из самых актуальных проблем этого региона – загрязнение донных отложений р. Нуры ртутью. За годы эксплуатации производства ацетальдегида на АО «Карбид» в донных отложениях реки по данным Московского ИМГРЭ на протяжении 100 км находится около 150 т ртути. Поэтому проблема очистки как самих стоков, так и донных отложений требует незамедлительного решения.

Реке Сырдарье сельскохозяйственное производство дает значительное количество пестицидов и минеральных удобрений. По степени загрязненности вода Сырдарьи классифицируется как умеренно загрязненная. В связи с низкой водностью реки, наличием

плотин и дамб значительный объем воды речного стока сбрасывается в Арнасайскую впадину и не достигает Аральского моря.

Река Или и ее притоки также используются для сельскохозяйственных целей. В реку производится сброс коллекторно-дренажных вод с Акдалинского массива орошения.

Канал Иртыш – Караганда является основным источником питьевого водоснабжения Караганда-Темиртауского промрайона, обеспечивающим водный баланс области на 53%, а по г. Караганде – на 91%.

В связи с неудовлетворительным состоянием сброса и очистки канализационных стоков, загрязнением территории, прилегающей к каналу, и содержанием скота частного сектора вблизи канала наблюдается тенденция к ухудшению качественных показателей воды канала Иртыш – Караганда.

На территории республики расположены три уникальных внутриконтинентальных водоема – Аральское, Каспийское моря и оз. Балхаш.

За последние 40 лет сток в Аральское море сократился в 5 раз. До 1960 г. море находилось в экологическом равновесии. Ежегодный приток рек Амударьи и Сырдарьи, питающих море, был около 110 км^3. Около половины этого, т.е. 55 км^3, исчезали до того, как достигали моря, при фильтрации и испарении.

С 1965 по 1988 г. территория орошаемой земли расширилась на одну треть, а использование воды увеличилось в 3 раза.

Была разработана очень расточительная норма орошения, вследствие чего Аральское море потеряло 75% объема и 50% площади поверхности. Уровень засоленности возрос в 3 раза – с 10 до 30 г/л.

В докладе ЮНЕП за 1992 г. отмечалось: «Вряд ли есть еще другой район на планете, исключая, может быть, Чернобыль, где мощный экологический кризис повлиял на такую большую территорию, на жизнь такого большого количества людей». Влияние на местное население было катастрофическим. Рыболовство и бумажная промышленность, развитие которых зависело от рыбы и камыша как сырьевого материала, исчезли, тем самым лишив тысячи людей средств к существованию.

С исчезновением моря усилилась континентальность климата, на 20–30% понизилась влажность воздуха в прибрежной зоне. За

счет капиллярного поднятия высокоминерализованных грунтовых вод, обсыхания отчленившихся култуков, заливов и фильтрационных озер происходит накопление солевой пыли, которая при бурях выносится на расстояние до 500 км от очага зарождения. Вынос солей составляет порядка 70 тыс. т в год. Резко обострилась санитарно-эпидемиологическая обстановка. В структуре заболеваемости жителей Приаралья на первое место вышли болезни крови и кроветворных органов, наиболее распространена железодефицитная анемия.

Для улучшения экологического состояния Аральского моря необходимо провести дноуглубительные работы русла р. Сырдарьи в целях недопущения непроизводительных сбросов в Арнасайскую впадину и пропуска всей воды в море для поддержания его уровня.

В связи с повышением уровня Каспийского моря в период 1977–1996 гг. и затоплением нескольких сотен скважин, пробуренных в прибрежных зонах, прибрежные воды Каспийского моря оказались загрязненными нефтепродуктами. В зону затопления попадает 775 тыс. га плодородных земель, 700 км автодорог с твердым покрытием, 290 км железных дорог, аэропорты в Атырау и райцентрах, морпорты в Актау и Баутино, 890 км продуктопроводов, 900 км линий электропередач.

Ущерб от затопления, если не принять меры по инженерной защите, оценивается в 3,59 трлн тенге, тогда как стоимость инженерной защиты составит 19,8 млрд тенге при варианте отселения 25 населенных пунктов с населением 46,2 тыс. человек и переноса инженерных и транспортных коммуникаций.

Уровень воды в оз. Балхаш значительно понизился в результате уменьшения стока р. Или. С начала 1970 г. минерализация увеличилась до 2,2 г/л. Строительство Капчагайской ГЭС на р. Или еще больше усугубило обстановку и привело к значительному понижению уровня воды. Все это способствовало сокращению флоры, фауны, повлекло за собой также сокращение разновидностей и численности рыб. Качество воды озера остается неудовлетворительным, отмечаются повышенные концентрации тяжелых металлов, нефтепродуктов, фенолов. Наиболее загрязненным участком озера является бухта Бертыс, куда сбрасываются производственные стоки АО «Казахмыс».

Необходимо отметить, что качественный состав вод Иртыша, Урала, Сырдарьи, Или, Шу, Таласа и других рек формируется на

территориях других республик и в Казахстан воды поступают уже загрязненными.

Трансграничные переносы загрязняющих веществ осуществляются из Китая по рекам Иртыш, Или, из Узбекистана – по р. Сырдарье, из Кыргызстана – по рекам Шу, Талас, Асса, из РФ – по рекам Урал, Тобол.

Существующими мониторинговыми станциями установлено, что по р. Черный Иртыш поступают медь, цинк, нефтепродукты, концентрации которых в 1997 г. составили 4, 1, 5 ПДК соответственно. В результате комплексных исследований в межгосударственном контрольном створе р. Или (Казахстан – Китай) были установлены высокие содержания меди, цинка, алюминия, железа, превышение ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов в 5; 1,5; 10; 5 раз соответственно. Вода р. Или с территории КНР поступала также с высокими концентрациями фенолов – 5–12 ПДК, взвешенных веществ – до 160 мг/л. Во всех пробах воды, отобранных в р. Или на границе с КНР, были обнаружены кадмий, хром, свинец, ртуть в пределах ПДК или близких к ним.

По рекам Сырдарье, Шу, Таласу, Ассе из соседних государств поступают в основном органические, азотсодержащие соединения и остаточные концентрации пестицидных препаратов.

С территории РФ по р. Урал поступают значительные массы соединений меди, цинка, аммонийного азота, нитритного азота, сульфатов, железа, нефтепродуктов, концентрации которых в речной воде достигают порой ПДК.

В свою очередь, из Казахстана в РФ с речным стоком Иртыша поступают соединения меди, цинка, нефтепродуктов в концентрациях 4,4; 0,99; 4,56 ПДК соответственно.

Для анализа пробы воды применяются физические, химические и комбинированные методы: в частности, для определения тяжелых металлов – атомно-абсорбционный метод, хлора – титрометрический метод, главных ионов – спектрофотометрический или колориметрический метод, нефтепродуктов – тонкослойный хроматографический метод и др.

6.2.3. Мониторинг подземных вод. Принципы организации традиционного изучения режима подземных вод. Основы методики и методологии мониторинга подземных вод

Ни одна отрасль народного хозяйства не может обойтись без использования подземных вод. Знаменитый русский ученый-геолог, первый президент Академии наук СССР академик А. П. Карпинский на 1-м Всесоюзном гидрогеологическом съезде в 1931 г. в Ленинграде очень образно заметил: «Вода – это самое драгоценное ископаемое». Без достаточного количества воды было бы невозможно развитие жизни на Земле.

Поверхностная гидросфера неразрывно связана с атмосферой, подземной гидросферой, литосферой и другими компонентами ОПС. Поэтому, учитывая взаимосвязь всех ее экосистем, нельзя обеспечить чистоту поверхностных водоемов и водотоков без соответствующей защиты подземных вод. Последняя заключается в предотвращении истощения запасов подземных вод и предохранении их от загрязнения.

Согласно Водному кодексу РК подземные воды – это воды, в том числе минеральные, находящиеся в подземных водных объектах. При этом подземные воды и вмещающие их горные породы признаны единым водным объектом.

Для борьбы с истощением запасов пресных подземных вод, являющихся стратегическим резервом питьевого водоснабжения будущих поколений, предусматриваются следующие мероприятия: 1) рациональное размещение водозаборов по площади; 2) регулирование режима водоотбора подземных вод; 3) уточнение величины эксплуатационных запасов (чтобы не допустить их истощения); 4) для самоизливающихся артезианских скважин установление кранового режима эксплуатации.

Иногда для профилактики истощения подземных вод применяют искусственное пополнение их посредством перевода части поверхностного стока в подземный.

Борьба с загрязнением подземных вод включает профилактические и специальные мероприятия. Профилактические меры являются основными, поскольку требуют небольших затрат. Специальные мероприятия направлены в первую очередь на изоляцию источников загрязнения от остальной части водоносного горизонта (противофильтрационные стенки, завесы), перехват

загрязненных подземных вод с помощью дренажа или откачки их из специальных скважин.

Важнейшей профилактической мерой предупреждения загрязнения подземных вод в районах водозаборов служит устройство вокруг них зон санитарной защиты (ЗСЗ). Зона состоит из трех поясов. Первый пояс включает территорию на расстоянии 30–50 м непосредственно от места водозабора (скважины). Это пояс строгого режима, в нем запрещено присутствие посторонних лиц и проведение работ, не связанных с эксплуатацией водозабора. Второй пояс ЗСЗ служит для защиты водоносного горизонта от бактериальных загрязнений, а третий – от химических загрязнений.

Загрязнение подземных вод рассматривается как фактор, следствиями воздействия которого могут быть опустынивание земель, вторичное загрязнение почв, растительности, ухудшение условий питьевого водоснабжения. Наибольшую степень загрязнения создают предприятия добычи и переработки полезных ископаемых, химические и другие производства, имеющие токсичные отходы, земледельческие поля, особенно массивы орошения, животноводческие комплексы и городские агломераты. Загрязнение подземных вод происходит из накопителей и испарителей промышленных и других стоков вследствие растворения атмосферными осадками и последующей фильтрации в грунт твердых и газообразных отходов, фильтрации нефтепродуктов при добыче, переработке, транспортировке и хранении. При этом нередко загрязняются питьевые подземные воды.

Так, в Актюбинском промрайоне по причине неэффективности очистных сооружений бором и хромом загрязняются подземные воды долины р. Илек. В результате выведено из строя несколько питьевых водозаборов. В г. Алматы из-за загрязнения тяжелыми металлами, нефтепродуктами, фенолами, нитритами и другими веществами запрещена эксплуатация верхнего водоносного горизонта Алматинского месторождения (все территория г. Алматы 134 км^2). По тем же причинам закрыт ряд водозаборов в г. Усть-Каменогорске.

Высокий уровень загрязнения подземных вод отмечается и в других областях Казахстана. При этом наиболее масштабным и опасным является загрязнение нефтепродуктами. Весьма широко загрязнение подземных вод проявляется на площадях орошаемого земледелия.

Качественный состав подземных вод из года в год ухудшается. Установлено 445 очагов загрязнения подземных вод, большая часть которых расположена в Восточно-Казахстанской, Актюбинской, Жамбылской, Карагандинской, Мангистауской и Павлодарской областях. Выявленные очаги загрязнения связаны на 41% с деятельностью промышленности, на 30% – с сельско хозяйством, на 29% – с другой хозяйственной деятельностью.

6.3. Почвенный мониторинг

Мониторинг земель представляет собой систему базовых (исходных), оперативных, периодических наблюдений за качественным и количественным состоянием земельного фонда, проводимых в целях своевременного выявления происходящих изменений, их оценки, прогноза дальнейшего развития и выработки рекомендаций по предупреждению и устранению последствий негативных процессов.

Мониторинг земель является составной частью мониторинга за состоянием окружающей природной среды и одновременно базой для ведения мониторинга других природных сред.

В соответствии с международными научно-техническими программами Республика Казахстан может участвовать в работах по глобальному мониторингу земель.

Объектом мониторинга земель служат все земли Республики Казахстан независимо от форм собственности на землю, целевого назначения и характера использования земель.

Задачи мониторинга земель следующие:

1) своевременное выявление изменений состояния земель, их оценка, прогноз и выработка рекомендаций по предупреждению и устранению последствий негативных процессов;

2) информационное обеспечение ведения государственного земельного кадастра, землеустройства, контроля за использованием и охраной земель и иных функций государственного управления земельными ресурсами.

Мониторинг земель имеет подсистемы, соответствующие категориям земель. В зависимости от территориального охвата осуществляется республиканский, региональный либо локальный мониторинг земель.

Источниками информации для мониторинга земель служат результаты систематических наблюдений, съемок, обследований, инвентаризаций, материалы государственного контроля за использованием и охраной земель, архивные данные, другие сведения о качественном состоянии земель.

К ведению мониторинга земель относятся:

1. Организация ведения мониторинга земель. Ее осуществляет центральный уполномоченный орган по управлению земельными ресурсами.

2. Реализация межгосударственных и международных программ по мониторингу земель проводится в порядке и на условиях, устанавливаемых соглашениями и договорами, заключенными Республикой Казахстан с другими государствами.

3. Порядок ведения мониторинга земель и пользования его данными определяется Правительством Республики Казахстан.

6.3.1. Ресурсы земли. Процессы деградации почв. Эрозия почв. Рекультивация земель. Мелиорация земель

Большая часть Казахстана располагается в засушливой зоне, и около 66% ее территории в разной степени подвержено процессам опустынивания.

Проблема опустынивания и деградации земель, представляющая реальную внутреннюю угрозу для РК, постепенно может перерасти в трансграничную проблему в результате возникновения пылесолевых бурь и переноса загрязняющих веществ воздушными массами на большие расстояния.

Земельный фонд РК в соответствии с целевым назначением подразделяется на следующие категории:

1. Земли сельскохозяйственного назначения.
2. Земли населенных пунктов (городов, поселков и сельских населенных пунктов).
3. Земли промышленности, транспорта, связи, обороны и иного несельскохозяйственного назначения.
4. Земли особо охраняемых природных территорий, земли оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения.
5. Земли лесного фонда.

6. Земли водного фонда.
7. Земли запаса.

В Казахстане по природным условиям выделяются следующие зоны: 1) лесостепная; 2) степная; 3) сухостепная; 4) полупустынная; 5) пустынная; 6) предгорно-пустынно-степная; 7) субтропическая пустыни; 8) субтропическо-предгорно-пустынная; 9) среднеазиатская горная; 10- южно-сибирская горная.

С 1993 по 1998 г. площадь земельного фонда сельскохозяйственного назначения сократилась на 70,6 млн га, главным образом за счет передачи земель в ведение местных исполнительных органов и перевода неиспользуемых земель в земельный запас.

Процесс опустынивания проявляется практически на всей территории республики и имеет тенденцию к ускорению. Опустынивание является следствием сложного взаимодействия физических, биологических, политических, социальных и экологических факторов.

Установлено проявление более девяти видов опустынивания: деградация растительного покрова, ветровая эрозия, дегумификация, засоление почв при орошении, химическое загрязнение почв и грунтовых вод, засоление почв при усыхании озер и других водоемов, техногенное опустынивание, нарушение гидрологического режима и др.

Деградация растительности – один из самых распространенных и визуально определяемых процессов опустынивания. Процессы опустынивания в республике в значительной мере обусловлены деградацией лесов в результате взаимодействия антропогенных факторов.

В Северном Казахстане более 70% пашни занимают посевы зерновых с преобладанием монокультуры – яровой пшеницы. Поэтому вынос питательных веществ велик, особенно значительны потери гумуса. Мониторинговыми исследованиями установлено, что за последние 30 лет практически во всех регионах страны произошло снижение гумуса в почвах до 15–30%.

За последние 20 лет в пахотном горизонте обыкновенного чернозема содержание гумуса сократилось с 6,90 до 5,34%, а в слое 20–40 см – с 5,30 до 4,37%. В метровом слое почвы при двухпольном зерно-паровом севообороте терялось 29 т/га гумуса, пятипольном с выводным клином многолетних трав – 22,9 т/га,

десятипольном зерно-травяном – 17,6 г/га. В темно-каштановой почве Семипалатинской области за 67 лет потеряно 57% гумуса, а на тех же почвах Актюбинской области потери за 18 лет составили 63%.

Применяемые системы удобрений не сбалансированы по основным питательным элементам. Дозы органических удобрений очень малы и не компенсируют потери органического углерода, за счет биологической эрозии, дефляции и водной эрозии. В период 1981–1991 гг. в среднем вносили по 0,5–0,9 т/га навоза. Сейчас работы в области мелиорации почв фактически остановлены.

Особую тревогу вызывает состояние и использование 59,6 млн га земель в районах экологического бедствия Приаралья. С изменением климатических и гидрологических условий района интенсивно развивается ветровая эрозия. Наиболее деградирована растительность в самом центре зоны экологической катастрофы – Аральском и Казахстанском районах Кызылординской области.

Для защиты сельскохозяйственных угодий от ветровой и водной эрозии почв, засух и суховеев в целом по республике необходимо иметь 3,0 млн га защитных насаждений, в том числе 1,2 млн га полезащитных лесных полос. В настоящее время имеется всего 1,2 млн га насаждений, в том числе 0,2 млн га защитных лесных полос.

Ветровая эрозия почв (дефляция) охватила степные, сухостепные, полупустынные и пустынные ландшафты. Наличие больших площадей земель песчано-механического состава (81,6 млн га) и бессистемное использование пастбищ предопределили развитие ветровой эрозии, особенно на массивах песков и на почвах пустынных зон. Площадь дефлированных земель составляет 18,7 млн.га, в том числе в Атырауской – 3,3 млн га, Алматинской – 3,2 млн га, Южно-Казахстанской – 3,1 млн га и Кызылординской – 2,3 млн га.

Процессы ветровой эрозии в наибольшей степени выражены на территориях с легкими почвами, однако ветровая эрозия почв проявляется и на тяжелых карбонатных, черноземных и каштановых почвах. Основные природные предпосылки возникновения ветровой эрозии почв следующие: наличие открытых степных пространств с резко континентальным климатом, недостаточное увлажнение, низкая относительная влажность воздуха, частая повторяемость почвенной и атмосферной засухи, повышенная деятельность ветра, слабая эрозионная устойчивость почв легкого механического состава. Под воздействием ветровой эрозии происходят выдувание

тонких почвенных частиц и опесчанивание почв. В пахотном горизонте дефлированных почв уменьшается содержание гумуса, снижается емкость поглощения, увеличивается карбонатность, ухудшаются агрохимические и водофизические свойства.

На огромной территории пустынных пастбищ с бурыми, серо-бурыми, такыровидными и песчаными почвами по-прежнему господствуют песчаные бури и формируются барханы. Подавляющая часть этой территории (47,2 млн га) расположена в Южном Казахстане и занята разносезонными пастбищами. На пастбищах пустынной зоны проблема защиты почв от деградации и опустынивания требует постановки специальных исследований.

Проблема осложняется слабой обводненностью. Не обводнено около 40% угодий, а там, где имеются колодцы, кормовые угодья используются с повышенной нагрузкой и опустынивание происходит в радиусе 1–3 км. Если не будут разработаны и освоены мероприятия по защите пустынных пастбищ от дефляции, то очаговое опустынивание достигнет угрожающих размеров.

Специфическими факторами, определяющими интенсивность процесса водной эрозии, являются: климат (снеговой покров, дождевые осадки, температурный режим); рельеф (экспозиция и крутизна склонов, форма водосбора, уровень эрозии); показатели почв (почвообразующие породы, тип, структурное состояние и плотность); растительность (покрытие, тип сообщества); хозяйственная деятельность человека (нарушение стабилизации экосистем и деградация земель). В результате водной эрозии происходят ухудшение гидрологического режима, деградация экосистем, в том числе агроландшафтов, снижение их биологической продуктивности, развитие неблагоприятных экологических последствий и в конечном счете опустынивание территории.

С большой интенсивностью проявляется водная эрозия в предгорных районах богарного и орошаемого земледелия, на камнях склонов и в горах, где деградации подвержены значительные площади пастбищных и лесных угодий.

Водная эрозия, как и дефляция, является необратимым процессом. Она характеризуется односторонним перемещением продуктов смыва. При этом разрушенные почвы не могут быть восстановлены в первоначальном состоянии, так как водная эрозия приводит к таким потерям, которые не могут быть восполнены почвообразовательным процессом.

Эрозионно-разрушенные агроландшафты отмечены во всех природных зонах и возрастают при неправильной хозяйственной деятельности.

В степной зоне, на черноземах и каштановых почвах площадь эрозионно-опасных земель составляет 11,9 млн га, в том числе 5,2 млн га опустыненных в средней степени (супесчаные) и 6,7 млн га в слабой степени (карбонатные).

В полупустынной и пустынной зонах эрозии подвергаются почвы на площади 3,5 млн га, среди предгорных и горных почв – около 3,5 млн га, в том числе 0,5 млн га – ирригационному смыву при орошении.

Площадь пастбищных угодий, на которой необходимо провести комплекс противоэрозионных мероприятий, только по Казахстанскому Тянь-Шаню составляет 4,8 млн га. Особо следует отметить эрозию, которая проявляется практически на всей площади орошаемых земель, равной 1,8 млн га. При ирригационной эрозии, вызванной стоком избыточных доз оросительной воды, происходит деградация почвенного покрова. Для значительного ослабления дальнейшего развития опустынивания необходимо проводить весь комплекс мероприятий по борьбе с водной эрозией почв не только на пашне, но и на пастбищах.

Земли, на которых в результате хозяйственной деятельности изменены гидрологический режим и рельеф местности, разрушен и загрязнен почвенный покров, уничтожена растительность, называются нарушенными.

Нарушенные территории делят на две группы:

земли с насыпным грунтом, промышленные отходы, отвалы подземных горных разработок (терриконы);

территории, нарушенные в результате выема грунта, – карьеры и отвалы при открытых горных работах, провалы на месте подземных разработок.

Для использования нарушенных земель в хозяйственных целях необходимо их восстановление. Процесс восстановления нарушенных земель называются рекультивацией. Восстановление территорий осуществляется в четырех направлениях: для сельскохозяйственного использования (земледелие, животноводство); под лесные насаждения; под водоемы; жилищно-капитальное строительство.

Рекультивация проводится в два этапа – горнотехнический и биологический.

Первый этап состоит в подготовке территории: планировке отвалов, придании удобной для использования формы, насыпании плодородных грунтов, создании подземных путей и т.д. Второй этап заключается в восстановлении нарушенных земель путем выращивания сельскохозяйственных культур или посадки древесных пород.

Мелиорация земель – система технических, агрономических и организационных мероприятий, направленных на преобразование неблагоприятных для сельскохозяйственного производства условий.

Нестабильность урожаев часто вызывается неустойчивым водообеспечением посевов в период вегетации. Практически ежегодно в одних районах республики сельскохозяйственные культуры подвергаются губительному воздействию засухи, а в других страдают от избытка увлажнения. Около 40% пашни находится в зонах, где количество осадков не превышает 400 мм и растения хронически испытывают недостаток влаги, 9% – в зоне избыточного увлажнения. Остальные площади также страдают от недостаточного и неустойчивого увлажнения в течение вегетационного периода или в отдельные ответственные фазы развития растений. Мелиорация в наших условиях – неотъемлемое и мощное средство повышения устойчивости и продуктивности земледелия. Она повышает устойчивость с/х производства, обеспечивая выравнивание урожаев, полученных как в засушливые, так и в дождливые годы, позволяет существенно повысить производительность труда и интенсифицировать сельскохозяйственные производство за счет рационального использования мощной сельхозтехники и удобрений на мелиоративных землях и выполнения всех агротехнических мероприятий в наиболее благоприятные сроки, а также создает возможность удовлетворить потребность народного хозяйства в такой ценной культуре, как рис, выращивать который в климатических условиях республики можно главным образом на орошаемых землях.

6.3.2. Задачи почвенного мониторинга. Контролируемые показатели. Организация и объекты наблюдения за состоянием почв. Способы и оборудование для взятия пробы подпочвенной воды, почвенного газа и пробы почвы

Строение почвы. Почва – сложная смесь минеральных, органических и органоминеральных веществ. Это своеобразная открытая колба, в которой постоянно взаимодействуют химические соединения, и изменение определенных условий может привести к смещениям реакций.

В состав почвы входят твердая, жидкая, газообразная и живая части. Твердая часть – минеральные и органические соединения. Минеральная часть почвы занимает 90–99% ее массы и имеет сложный минералогический и химический состав. Минеральная часть состоит из материнской породы почвы, образованной первичными (кварц, полевой шпат и др.) и вторичными (каолинит и др.) минералами. Органическое вещество почвы составляет небольшую часть, но имеет важное значение для плодородия почвы и питания растений. В состав органического вещество входят гумус, образованный сложными химическими соединениями (гумусовыми веществами около 85–90%), а также гуминовые и фульвокислоты.

Жидкая часть почвы, или почвенный раствор – вода с растворенными в ней органическими и минеральными соединениями. Вода в почве может содержаться от долей до 40–60%. Жидкая часть участвует в снабжении растений водой и растворенными элементами питания.

Вода – один из незаменимых факторов, определяющих жизнедеятельность организмов. Ей принадлежит важнейшая роль в выветривании горных пород и почвообразовании. Роль воды в почвообразовательном процессе настолько существенна, что Г.Н. Высоцкий сравнивал ее с кровью организма.

Нормальное развитие растений и почвенных микроорганизмов невозможно без достаточного количества влаги. Для создания 1 г сухого вещества растения расходуют от 200 до 1000 г воды.

Вода как терморегулирующий фактор определяет расход тепла из почвы и растений вследствие испарения и транспирации. С влажностью почвы тесно связаны ее физико-механические свойства. Передвижение влаги в почве и по ее поверхности

обусловливает ряд процессов, которые отрицательно влияют на плодородие.

Почвенная влага удерживается с различной силой, характеризуется неодинаковой подвижностью, обладает разными свойствами. Почвенную воду принято разделять на категории и формы.

Выделяются следующие основные категории почвенной влаги, различающиеся между собой прочностью связи с твердой фазой почвы и степенью подвижности:

1. Кристаллизационная (конституционная) влага – отличается исключительно высокой прочностью связи и неподвижностью.
2. Твердая влага – лед. Неподвижная влага.
3. Парообразная влага – передвигается в форме водяного пара от участков с высокой абсолютной упругостью к участкам с более низкой упругостью; может пассивно передвигаться с током воздуха.
4. Прочно связанная влага – весьма прочно удерживается адсорбционными силами, присущими почвенным частицам, образует на поверхности их тонкую пленку толщиной 2–3 молекулы. Может передвигаться лишь в парообразном состоянии.
5. Рыхлосвязанная влага – удерживается на поверхности тонких пленок прочно связанной воды силой ориентированных молекул (диполей воды), а также за счет гидратирующей способности обменных катионов. Образует вокруг почвенных частиц пленку, толщина которой может достигать десятков молекулярных диаметров воды. Передвигается под влиянием сорбционных сил.
6. Свободная влага, не связанная силами притяжения с почвенными частицами, – передвигается под действием капиллярных и гравитационных сил.

Свободная влага делится на три формы – подвешенная, подпертая, гравитационная и свободная гравитационная.

Содержание воды в почве определяют различными методами. Широко применяется весовой метод: навеску почву высушивают при температуре 100–105°С и по потере массы рассчитывают влажность в весовых или объемных процентах по отношению к сухой почве.

Газообразная часть, почвенный воздух, заполняет поры, не занятые водой. Почвенный воздух в отличие от атмосферного содержит больше углекислого газа и меньше кислорода, а также метан, летучие органические соединения и др.

К воздушным свойствам почв относятся воздухоемкость и воздухопроницаемость. Почвенный воздух занимает внутренние поры почвы, в которых нет воды. Следовательно, количество его зависит от пористости и влажности почвы. Чем выше пористость и меньше влажность почвы, тем больше воздуха содержится в ней.

Воздухоемкость – та часть объема почвы, которая занята воздухом при данной влажности. Так как влажность и пористость почвы не остаются без изменения, то и воздухоемкость тоже представляет собой величину динамичную.

Суммарная величина пористости в минеральных почвах и грунтах варьирует от 25 до 80%, а в торфах и лесных подстилках может превышать 90% общего объема почвы. Поэтому воздухоемкость сухих почв может колебаться в пределах 25–90% объема почвы. Однако в природных условиях почва всегда содержит влагу и, следовательно, ее воздухоемкость ниже указанных величин. Особое значение имеет воздухоемкость почвы, соответствующая наименьшей влажности. Это очень важный показатель для каждой почвы, который зависит прежде всего от ее структурного состояния. Воздухоемкость обеспечивает нормальную аэрацию почв, если ее величина превышает 15% объема почвы.

Воздухопроницаемость – способность почвы пропускать через себя воздух. Она является непременным условием газообмена между почвой и атмосферным воздухом. Чем полнее выражена воздухопроницаемость, тем лучше газообмен, тем больше в почвенном воздухе кислорода и меньше углекислого газа. Воздух в почве передвигается по порам, не заполненным водой и не изолированным друг от друга. Чем крупнее поры аэрации, тем лучше воздухопроницаемость. В структурных почвах, где наряду с капиллярными порами имеется достаточное количество крупных некапиллярных пор, создаются наиболее благоприятные условия для воздухопроницаемости.

В почвенном воздухе по сравнению с атмосферой меньше кислорода и больше углекислого газа (табл. 10). Может изменяться в нем и содержание азота. Количество азота может уменьшаться в результате связывания его свободно движущимися азотфиксирующими микроорганизмами и клубеньковыми бактериями, увеличиваться вследствие распада белков и денитрификации азотсодержащих веществ под действием

микроорганизмов. В почвенном воздухе болотных и заболоченных почв могут находится также заметные количества NH_3, CH_4, H_2.

Таблица 10. **Состав атмосферного и почвенного воздуха, об. %**

Воздух	Азот (N_2)	Кислород (O_2)	Аргон (Ar)	Углекислый газ (CO_2)	Все остальные
Атмосферный	78,08	20,94	0,93	0,03	0,04
Почвенный	78,08–80,24	20,90–0,0		0,03–20,0	

Исследования, проведенным Н.Г. Холодным (1953), показали, что в почвенном воздухе постоянно присутствуют в очень небольшом количестве нелетучие органические соединения (углеводороды жирного и ароматического ряда, сложные альдегиды, спирты и др.), которые образуются под действием почвенных микроорганизмов. Эти вещества могут поглощаться корнями, способствуя росту растений и повышению их жизнедеятельности.

В почвенном воздухе наиболее динамичны кислород и углекислый газ, им принадлежит очень важная роль в жизни почвы и населяющих ее организмов.

Содержание O_2 и CO_2 в почвенном воздухе может сильно колебаться. В верхних, хорошо аэрируемых горизонтах почв кислорода лишь ненамного меньше, чем в атмосферном воздухе. В почвах с затрудненным газообменом количество O_2 может снижаться до десятых и сотых долей процента. Концентрация углекислого газа в почвах с плохим газообменом может превышать в сотни раз содержание его в атмосфере и составлять 19–20% и более.

Для анализа состава почвенного воздуха используют газоанализаторы различной конструкции: (АФИ, ГВВ-2, ГПХ-3М, ВТИ-2) (рис. 19, 20), в которых составные части почвенного воздуха последовательно поглощаются растворами-поглотителями и в дальнейшем учитываются объемометрическим способом.

Для поглощения углекислого газа применяют раствор едкого калия (одна весовая часть на две части воды), кислорода – щелочной раствор пирогаллола А.

Живая часть почвы состоит из почвенных микроорганизмов (бактерии, грибы, водоросли, актиномицеты и др.), представителей беспозвоночных (простейших, червей, моллюсков, насекомых и их личинок), роющих позвоночных. Они обитают в основном в верхних

слоях почвы, около корней растений, где добывают себе пищу. Некоторые почвенные организмы могут жить только на корнях.

Функции почвы. Вследствие особенностей физического и химического строения почва выполняет ряд специфических функций, которые не свойственны воздуху и воде:

фильтрует и задерживает твердые взвеси из вод, просачивающихся через нее;

аккумулирует в себе питательные вещества, которые необходимы для жизнедеятельности как микро- так и макроорганизмов, благодаря чему обладает плодородием;

аккумулирует в себе солнечную энергию в виде трансформированного органического вещества;

частицы глины на своей поверхности адсорбируют целый ряд химических веществ, при этом процесс удерживания на поверхности химических веществ может длиться до нескольких десятков лет; при наступлении порога исчерпания адсорбирующей емкости наступает проскок, который проявляется во внешне неожиданном загрязнении грунтовых вод даже без поступления вредных веществ;

обладает уникальным свойством – регенерацией; в присутствии ферментов, которые образуются в почве в результате жизнедеятельности многих организмов, вредные вещества расщепляются быстрее, чем в воде или в воздухе;

имея пористое строение, почва способна пропускать через себя воду с растворенными в ней минеральными веществами;

обладает влагоемкостью; частицы почвы способны удерживать между собой значительное количество воды;

способна к такой функции, как скважность.

Превышение и возникновение в почве новых, обычно не характерных для нее физических, химических или биологических агентов или превышение в рассматриваемое время естественного среднемноголетнего уровня концентрации перечисленных агентов называется загрязнением почвы.

Выделяют несколько типов загрязнения почв, среди которых следует отметить физическое, химическое, микробное (биологическое), механическое.

При физическом загрязнении наблюдаются разрушение плодородия почв, ее уплотнение.

Химическое загрязнение почв проявляется в изменении химического состава почвы в результате антропогенной деятельности, способное вызвать ухудшение ее качества.

Биологическое загрязнение – внесение в почву всех видов организмов, появляющихся при участии человека и наносящих ему вред (грибы, бактерии, сине-зеленые водоросли и т.д). Отдельно выделяют микробное загрязнение – загрязнение почвы микроорганизмами, вызывающими опасные заболевания. При микробиологическом загрязнении микрофлора почвы изменяется по сравнению с нормативной.

Механическое загрязнение происходит при попадании в почву чужеродных твердых частиц.

Для определения загрязнения почвы, т.е. содержания веществ в почве, необходимо решить, какие образцы следует отбирать, в каком количестве, в какое время и в каком месте. Необходимо также брать пробы на разной глубине, чтобы определить содержание веществ в почве в зависимости от глубины.

Точечные пробы отбирают методом конверта, по диагонали или другим способом, так, чтобы каждая проба представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов. Объединенную пробу готовят из точечных проб. При определении в почве поверхностно распределяющихся веществ (нефть, нефтепродукты, тяжелые металлы) точечные пробы отбирают послойно на глубине 0,5 и 20 см массой до 0,2 кг. При анализе загрязнения почвы легколетучими или химически нестойкими веществами точечные пробы отбирают по всей глубине почвенного профиля и помещают в стеклянные емкости, закрывающиеся герметично крышками. Пробу анализируют в день ее отбора. При невозможности быстрого анализа пробы хранят в определенных условиях, описанных в методиках, т.е. допускается анализ проб в течение 2 сут при условии, что температура хранения их не превышала 4 °С.

Для отбора проб почвы необходимы следующая аппаратура и материалы:

буры тростьевые БП-25-15 или аналогичные буры, обладающие такими же метрологическими характеристиками;

лопаты штыковые;

мешочки полотняные, пакеты полиэтиленовые или бумажные, коробки картонные;

этикетки – основа картографическая.

Отбор проб. Территорию, предназначенную для обследования, разбивают на участки в соответствии с сеткой элементарных участков и определяют расстояние между точечными пробами, которые отбирают буром. На уплотненных почвах допускается отбор точечных проб лопаткой. Точечные пробы не допускается отбирать вблизи дорог, куч органических и минеральных удобрений, мелиорантов, со дна развальных борозд, на участках, резко отличающихся лучшим или худшим состоянием растений.

В пределах каждого элементарного участка точечные пробы отбирают равномерно по маршрутному ходу через равные интервалы. В лесных питомниках, на полях, занятых сеянцами и саженцами, точечные пробы отбирают на грядках между посевными строчками или рядами посадки саженцев.

На пахотных почвах точечные пробы отбирают на глубину пахотного слоя, на сенокосах и пастбищах – на глубину гумуса – аккумулятивного горизонта, но не глубже 10 см.

Из точечных проб, отобранных с элементарного участка, составляют объединенную пробу. Если в пределах элементарного участка располагается несколько почвенных контуров, то объединенные пробы отбирают с преобладающего контура. Масса объединенной пробы должны быть не менее 400 г. Отобранные объединенные пробы вместе с этикеткой помещают в мешочки или коробки.

На этикетке объединенной пробы указывают:
наименование организации, проводящей обследование;.
область;
район;
хозяйство;
номер объединенной пробы;
дату отбора пробы;
фамилию исполнителя;
обозначение настоящего стандарта (отбор проб ГОСТ 28168-89).

Газоанализатор АФИ. Прибор (рис. 19) состоит из бюретки емкостью 100 мл, двух поглотительных сосудов для поглощения углекислого газа и кислорода, напорной склянки, распределительной гребенки, трехходового крана, резинового мешочка. Измерительная бюретка помещена в стеклянный цилиндр, заполненный водой. В него опущены термометр и стеклянная трубка, соединенная с резиновой грушей.

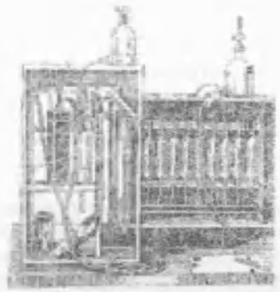


Рис. 19. Газоанализатор АФИ

Прибор подготавливается к измерениям следующим образом. Напорную склянку устанавливают на рабочем месте и заполняют вытесняющей жидкостью (насыщенный раствор NaCl или 10%-ная H_2SO_4); уровень ее в напорной склянке должен совмещаться с нулевым делением бюретки при открытом на атмосферу трехходовом кране. Это фиксированное положение напорной склянки условно называется «нулевым положением».

Поглотительные сосуды заполняют соответствующими растворами – поглотителями и приводят в рабочее состояние. Для этого напорную склянку поднимают и бюретку газоанализатора заполняют вытесняющей жидкостью при открытом на атмосферу трехходовом кране. После наполнения бюретки жидкостью трехходовой кран закрывают. Затем открывают кран поглотительного сосуда со щелочным раствором и, постепенно опуская напорную склянку, поднимают раствор щелочи во внутреннем поглотительном сосуде до метки в капиллярной части этого сосуда. Так же готовят для анализа воздуха второй поглотительный сосуд.

Бюретку газоанализатора заполняют вытесняющей жидкостью. Трехходовой кран закрывают. Напорную склянку устанавливают в нулевое положение.

Взятие пробы почвенного воздуха. Пробу берут в газовые пипетки через латунные трубки диаметром 3 мм, устанавливаемые в почву с помощью буриков. При стационарных исследованиях целесообразно работать с постоянно установленными трубками.

Для отбора проб почвенного воздуха с небольших глубин можно использовать специально предназначенные иглы-буры.

Газовые пипетки монтируются в ящике (см. рис. 20). Их нижние концы соединены между собой и с напорной склянкой, заполненной вытесняющей жидкостью. Газовые пипетки поочередно заполняют этой жидкостью и почвенным воздухом.

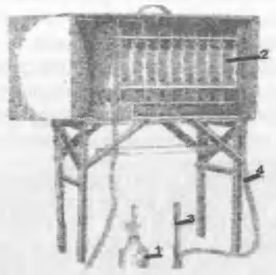


Рис. 20. Установка для взятия почвенного воздуха

Пробу почвенного воздуха отбирают следующим образом. Поднимают напорную склянку *1* и заполняют вытесняющей жидкостью первую пипетку *2*. Напорную склянку возвращают на дно ящика.

Латунную трубку *3* с помощью бурика устанавливают в почву на заданную глубину. Почву около трубки слега уплотняют. Бурик вынимают из трубки и ее соединяют шлангом *4* с газовой пипеткой, наполненной вытесняющей жидкостью.

Открывают верхний, а затем нижний кран пипетки. Раствор из нее вытекает в напорную склянку, а пипетка заполняется воздухом. Поскольку в соединительном шланге и латунной трубке содержался атмосферный воздух, то сначала набирают в пипетку такой объем воздуха, который необходим для промывки соединительных каналов.

Шланг снимают с пипетки и захватывают зажимом или закрывают стеклянным колпачком. Напорную склянку поднимают, и взятая проба воздуха вытесняется.

После продувки соединительных каналов газовую пипетку снова наполняют вытесняющей жидкостью, соединяют с латунной трубкой и полностью заполняют почвенным воздухом.

Анализ почвенного воздуха проводится так. Ящик с пробами почвенного воздуха устанавливают на рабочем столе. Газовую пипетку соединяют с газоанализатором. Перед анализом воздуха продувают соединительную трубку и гребенку газоанализатора воздухом пробы. Для этого трехходовой кран ставят в положение газовая пипетка – бюретка газоанализатора и набирают 20–30 мл воздуха в бюретку. Кран закрывают, поднимают напорную склянку газоанализатора, трехходовой кран открывают на атмосферу, и воздух выпускается. Бюретку газоанализатора снова заполняют вытесняющей жидкостью. Трехходовой кран закрывают. Напорная склянка опускается в нулевое положение. После продувки прибора пробу почвенного воздуха набирают в бюретку газоанализатора до положения мениска на черте ноль. Трехходовой кран закрывают. В течение 2 мин воду в цилиндре перемешивают с помощью груши. Почвенный воздух принимает температуру воды в цилиндре. Записывают показание термометра (исходная температура воздуха t_1).

Определение CO_2. Открывают кран поглотительного сосуда со щелочью, поднимают напорную склянку и перемещают объем взятого для анализа воздуха в сосуд со щелочью. Напорную склянку поднимают и опускают 3–4 раза. После этого, опуская напорную склянку, доводят уровень щелочи в сосуде до метки и закрывают кран. Устанавливают напорную склянку в нулевое положение и отсчитывают объем оставшегося в бюретке газа. Операцию поглощения повторяют до установления постоянного объема оставшегося газа. Перед отсчетом выравнивают температуру газа в течение 2 минут и записывают температуру t_2.

Объем CO_2 по отсчету при нулевом положении склянки заниженный. Истинный объем находят по таблице (табл.11), составляемой отдельно для каждого прибора. К истинному объему вводят поправку на изменение температуры (см. табл.11).

Пример вычисления. Пусть t_1=20,2 °С, t_2=20,7 °С, следовательно, 20,7–20,2=0,5°. Истинный объем CO_2 равен 0,65 мл. По табл. 11 находим поправку объема газа для температуры, в пределах которой проводили анализ (в нашем примере 20–21°С). Поправка относится к начальному объему газа 100 мл и составляет

Таблица 11. **Поправки объемов на изменение температуры газа при атмосферном давлении 760 мм рт.ст.**

Температура опыта		Наименование объема газа, мл или %, если начальный объем составлял, мл																
конечная	начальная	100	99	98	97	96	95	94	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75
31	30	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25
30	29	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25
29	28	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,31	0,28	0,28	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25
28	27	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,31	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25
27	26	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,31	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25
26	25	0,34	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,31	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25
25	24	0,34	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25
24	23	0,34	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,25
23	22	0,34	0,34	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,28	0,28	0,8	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26
22	21	0,34	0,34	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26
21	20	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26
20	19	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,32	0,32	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26
19	18	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,32	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26
18	17	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,32	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26
17	16	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,32	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26
16	15	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26
15	14	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,26	0,26
14	13	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26

0,34 мл. Ее умножают на разность ($t_2 - t_1$) : 0,34 · 0,5= 0,17 мл. Полученную величину прибавляют к истинному объему и получают содержание CO_2= 0,65 + 0,17 = 0,82 мл (или %).

Приготовление раствора. 24 г пирогаллола А высыпают в коническую колбу, вливают 160 мл 21%-ного раствора едкого кали, плотно закрывают колбу пробкой и взбалтывают до полного растворения пирогаллола А. Полученный щелочной раствор пирогаллола охлаждают до комнатной температуры.

Определение O_2. Открывают кран поглотительного сосуда с пирогаллолом и, подняв напорную склянку, перемещают в него объем оставшегося газа. Напорную склянку медленно поднимают и опускают в течение 7–10 мин. Доводят раствор пирогаллола до метки, закрывают кран. Устанавливают напорную склянку в нулевое положение. Отсчет по бюретке дает сумму объемов поглощенных газов (CO_2+O_2). Операцию осуществляют повторно, до постоянного объема оставшегося газа. После полного поглощения O_2 выравнивают температуру газа (t_3) и проводят отчет по бюретке, подняв напорную склянку и совместив уровни жидкостей.

К отсчету суммы объемов CO_2+O_2 вводят поправку на изменение температуры ($t_3 - t_2$) (см. табл. 11). Эта поправка относится к объему оставшегося газа. Содержание кислорода в процентах находят, вычитая объем углекислого газа из суммы объемов (CO_2+O_2).

Пример вычисления. Пусть t_1= 20,2 °С, t_3= 20,7 °С; объем CO_2+O_2= 20,8 мл, объем оставшегося газа (100–20,8)= 79,2. Температурная поправка по табл. 11 составляет 0,27 мл; 0,27х0,5=0,135 мл. Объем с поправкой (CO_2+O_2)=20,8+0,135=20,935 мл. Содержание O_2 (20,935–0,82) равно 20,115 мл (или %).

Составление таблицы соотношения истинного объема газа и объема при нулевом положении склянки. Таблицу составляют в температурных условиях, при которых работают с прибором. Напорную склянку устанавливают на подставке. Отсчет ведут по мениску при открытом на атмосферу трехходовом кране (неполный объем). Затем кран закрывают, подставку убирают и берут отсчет по мениску при нулевом положении склянки. Такую же операцию проводят с 7–5 подставками различной высотой. По полученным результатам строят график, выражающий зависимость истинного объема газа в момент отсчета при атмосферном давлении и объема того же газа, замеренного при нулевом положении склянки. На оси абсцисс откладывают показания истинного объема, на оси ординат–

объема газа при нулевом положении склянки. Затем на графике проводят средневзвешенную прямую и составляют таблицу со следующей шапкой:

Состав почвенного воздуха

Название почвы	Глубина взятия проб, см	t_1	Объем CO_2, %	t_2	Объем CO_2, %, с поправкой	t_3	Сумма объемов (CO_2+ O_2), %	Сумма объемов (CO_2+ O_2), %, с поправкой	Объем O_2, %

6.4. Биологические методы проведения экологического мониторинга

6.4.1. Общие положения. Этапы биологического и экологического обследования. Методы анализа наземной растительности. Методы анализа позвоночных животных

Мониторинг биологических объектов является наиболее сложной и слабо разработанной частью экологического мониторинга. Этот вид мониторинга проводится на организменном, популяционном, экосистемном и биосферном уровнях.

На организменном уровне определяется содержание различных загрязняющих веществ в живых организмах.

На популяционном уровне контролируется изменение популяционных характеристик под воздействием тех или иных факторов во времени: численности популяций, их возрастной и половой структуры и т.п.

На экосистемном уровне мониторинг сводится к постоянной регистрации видового состава, структурных и функциональных характеристик биологических систем, изменения площади, занимаемой ими (Соколов, Смирнов, 1980 г.).

Важнейшим показателем является видовой состав экосистем. Однако при кажущейся простоте его определения возникает много трудностей, так как количество видов в любой экосистеме достаточно велико, а их точное определение требует большого количества высококвалифицированных специалистов по различным систематическим группам. Кроме того, на жизнедеятельность

биологических объектов влияет множество различных факторов, выделить из которых антропогенные достаточно сложно.

Кроме того, следует помнить, что изменение списка видов, обитающих в той или иной экосистеме отражает, как правило, сильные сдвиги в состоянии среды, а количественные соотношения видов более чувствительны к слабым изменениям среды. При организации биологического мониторинга необходимо использовать материал, накопленный на стационарах, существующих длительное время, что дает возможность сравнивать современное и прошлое состояние природных объектов. Наиболее подходящими для этого являются наблюдения, проводимые в государственных заповедниках по программе «Летописи природы» и исследования на биологических стационарах, существующих многие десятилетия.

Число видов организмов, населяющих Землю, очень велико, но оценки этой величины сильно отличаются варьируя от 5 до 80 млн. Однако более или менее четкая таксономическая принадлежность установлена всего для 1,4 млн. видов. Из этого известного числа видов примерно 750 000 – насекомые, 41 000 – позвоночные животные, 250 000 – растения. Остальные виды представлены сложным набором беспозвоночных животных, грибов, водорослей и других микроорганизмов.

Видовое «богатство» различных климато-географических зон сильно отличается, хотя четко прослеживается тенденция увеличения его от полюсов к экватору. Например, число пресноводных насекомых в тропических лесах в 3–6 раз больше, чем в умеренных. На единицу площади в тропических лесах приходится наибольшее на Земле количество видов млекопитающих. Во влажных тропических лесах Латинской Америки на 1 га встречается 40–100 видов деревьев, тогда как на востоке Северной Америки – 10–30 видов. В Дальней Малайзии, в рамках Куала-Лумпура, на 1 га насчитывается только около 600 видов деревьев, диаметр ствола которых более 2 см, а на всей территории Дании в 2 раза меньше видов всех размеров.

В морской среде наблюдается такая же закономерность распределения, как и на суше. Так, число видов асцидий в Арктике едва превышает 100, а в тропиках оно больше 600.

Биоразнообразие является основой жизни на Земле, одним из важнейших жизненных ресурсов. Так, люди используют в пищу около

7000 видов растений, но 90% мирового продовольствия создается за счет всего 20, а 3 вида из них (пшеница, кукуруза и рис) покрывают более половины всех потребностей.

Биологические ресурсы являются также значительным источником сырья для промышленности, в том числе медицинской; это фактор, от которого зависит национальная экономика.

В последнее время человечество осознало полезность диких видов растений и животных. Они не только содействуют развитию сельского хозяйства, медицины и промышленности, но и полезны для ОС, являясь обязательным компонентом – биотической составляющей природных экосистем. Биоразнообразие считают главным фактором, определяющим устойчивость биологических циклов вещества и энергии в биосфере.

Причинно-следственные отношения между многим видами играют большую роль в круговороте вещества и потоках энергии в компонентах экосистем, которые непосредственно связаны с человеком. Так, животные – фильтраторы и детритофаги, не используемые человеком в пищу, вносят существенный вклад в круговорот биогенных элементов (например, фосфора).

Следовательно, даже виды организмов, которые не входят в пищевую цепь человека, могут быть ему полезными, хотя и приносят пользу косвенным путем. Многие виды сыграли главную роль в становления климата на Земле и продолжают быть мощным стабилизирующим фактором в отношении климата.

Понятие биоразнообразия все чаще ставится во главу угла при оценке состояния и экологического благополучия биоценозов и экосистем. В настоящее время под биоразнообразием понимают все виды растений, животных, микроорганизмов, а также экосистемы и экологические процессы, частью которых они являются.

Биоразнообразие рассматривается на трех уровнях: генетическом, видовом и экосистемном. Генетическое разнообразие представляет собой объем генетической информации, содержащийся в генах организмов, населяющих Землю. Видовое разнообразие – это разнообразие видов живых организмов, обитающих на Земле. Разнообразие экосистем касается различных сред обитания, биотических сообществ и экологических процессов в биосфере, а также огромного разнообразия сред обитания и процессов в рамках экосистемы.

Количественные показатели биоразнообразия в экосистемах сильно варьируют в зависимости от влияния различных факторов.

При организации биологического мониторинга необходимо использовать материал, накопленный на стационарах, существующих длительное время, что дает возможность сравнивать современное и прошлое состояние природных объектов. Наиболее подходящими для этого являются наблюдения, проводимые в государственных заповедниках по программе «Летописи природы» и исследования на биологических стационарах, существующих многие десятилетия.

В.Е.Соколов и Н.И. Смирнов (1980 г.) отмечают: «Система показателей должна обеспечить как индикацию общих сдвигов в природной фазе, предупреждение о необратимых изменениях, так и индикацию особо ответственных биологических процессов: мутагенеза, тератогенеза, канцерогенеза. Реализация полной системы биологического мониторинга связана с большими расходами, вероятно, нереальными. Поэтому должны быть отобраны решающие биологические показатели и объекты для наблюдения. Для целей глобального мониторинга послужат крупные экосистемы, включая лес, крупные агроценозы, океанический планктон и пектон. Однако и сравнительно ограниченные процессы могут иметь распространенные последствия благодаря глобальному переносу».

Таким образом, задачу биологического мониторинга можно определить как индикацию общих сдвигов в природной среде и особо ответственных биологических процессов под воздействием антропогенных факторов на организменном, экосистемном и биосферном уровнях.

В связи с трудностями, возникающими при организации мониторинга биологических объектов, основным методом в этом виде мониторинга является метод биологических индикаторов.

Н.Ф. Реммерс (1990 г.) так определяет понятие **биоиндикатор:**

группа особей одного вида или сообщества, по наличию, состоянию и поведению которых судят об изменениях в среде, в том числе о присутствии и концентрации загрязнителей;

вид или сообщество, которое указывает на характерные особенности среды, обусловленные наличием полезных ископаемых.

Использование метода биоиндикации в экологическом мониторинге заключается в том, что из всего разнообразия живых организмов, составляющих экосистемы, выбирается несколько видов или характерные их сообщества, по наличию или отсутствию которых, численности, биомассе или другим показателям можно судить о состоянии экосистемы в целом и о происходящих в ней изменениях.

Использование такого подхода позволяет значительно облегчить и усилить наблюдения за биотой.

Следует заметить, что биоиндикационная методология разработана неодинаково полно для различных природных сред. Наиболее далеко продвинулись в этом отношения гидробиологи и геоботаники. В первом случае успешно применяются методы биотестирования водой среды (на организменном и популяционном уровнях) и методы определения загрязненности (сапробностей) водной среды по составу и структуре обитающих в ней сообществ. Во втором случае существует множество геоботанических методик, с помощью которых можно определять состояние и качество почвенного покрова, наличие, отсутствие и качество грунтовых вод с помощью растений-индикаторов и их сообществ.

Методика биотестирования вод на наличие токсических веществ основана на возможности определения величины токсической дозы с помощью тест-объектов. При этом используются показатели нормирования токсичности. Наиболее распространенными тест-объектами являются планктонные беспозвоночные – дафнии.

Для определения наличия или отсутствия тех или иных загрязняющих веществ в экосистемах также могут быть использованы индикаторные объекты. Исследования показали, что различные виды живых организмов (как растений, так и животных) по-разному накапливают разнообразные загрязняющие вещества. Поэтому для мониторингового определения присутствия в естественных экосистемах загрязнителей не обязательно проводить химический анализ тканей всех обитающих здесь видов. Достаточно выбрать несколько видов, способных накапливать те или иные вещества в своих тканях, чтобы отслеживать эти процессы. Чаще всего при этом используются виды, замыкающие трофические цепи, – в первую очередь хищники. Например, исследования показали, что при загрязнении водоемов пестицидами скорлупа яиц рыбоядных птиц истончается – пестициды, мигрируя по

трофическим цепочкам, максимальной концентрации достигают в тканях рыбоядных птиц (или хищников, питающихся рыбоядными птицами). В этом случае скорлупа их яиц истончается настолько, что не выдерживает тяжести насиживающих птиц; эти виды практически не дают потомства и могут исчезнуть из естественных экосистем.

Примером биоиндикации может служить также распространение в естественных экосистемах видов, связанных с сельскохозяйственной деятельностью человека. Например, сорное растение – дурнишник произрастает на почвах, выбитых скотом при перевыпасе. Семена этого растения, имеющие крючки и комочки, распространяются скотом, к шерсти которого они прикрепляются.

Разработаны также палеологические методы мониторинга биоты. Анализ видового состава сообществ, обитавших на той или иной территории в прошедшие геологические эпохи, позволяет делать заключения о характере экосистем, существовавших на данной территории в прошлые века, и факторах их формирования.

Смену экосистем за время существования того или иного водоема можно проследить, к примеру, по наличию в различных слоях донных отложений раковин различных видов моллюсков или панцирей ракообразных (например, кладоцер – хидорид).

Такие подходы значительно увеличивают возможности получения информации с помощью биологического мониторинга, расширяя временные рамки исследований.

К идентификационным методам примыкает дендрохронологический метод определения толщины годового прироста деревьев (годовых колец). Изучение толщины годовых колец долгоживущих видов древесной растительности позволяет определить изменения климата на исследуемой территории.

Глава 7. НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

7.1. Основные понятия и определения нормирования ОПС. Нормирование качества воздуха, воды, почвы

Все возрастающее воздействие хозяйственной деятельности на ПС и его негативные последствия остро поставили вопрос о регулировании качества среды, в которой живет и разносторонне проявляет себя человек.

Качеством ОПС надлежащего уровня считается такое состояние ее экологических систем, которое постоянно и неизменно обеспечивает процесс обмена веществ, энергии и информации между природой и человеком и беспрепятственно воспроизводит и обеспечивает жизнь. Оно поддерживается прежде всего самой природой путем саморегуляции, самоочищения от вредных веществ и явлений.

Нормирование качества ОПС представляет собой прежде всего деятельность по установлению нормативов (показателей) предельно допустимых воздействий на ОС. При этом учитывается наиболее распространенный и к тому же опасный вид отрицательного воздействия загрязнения ОПС. Под ним, как известно, понимают физическое, химическое, биологическое изменение ОПС, вызванное антропогенной деятельностью и содержащее угрозу причинения вреда жизни и здоровью человека, состоянию растительного мира, экологических систем природы.

Нормативы качества ОПС подразделяются на три группы: санитарно-гигиенические, экологические (производственно-хозяйственные) и комплексные, сочетающие в себе признаки первой и второй групп (рис. 21).

К санитарно-гигиеническим показателям относятся нормативы ПДК вредных веществ (химических, биологических), физических и других воздействий, нормативы санитарных, защитных зон, предельно допустимых уровней (ПДУ) радиационного воздействия и др. Целью создания таких нормативов является определение показателей качества ОС применительно к здоровью человека. Это наиболее разработанная часть нормативов качества ОПС.

Вторую группу образуют экологические нормативы. Возглавляют данную группу нормативы выбросов и сбросов вредных веществ.

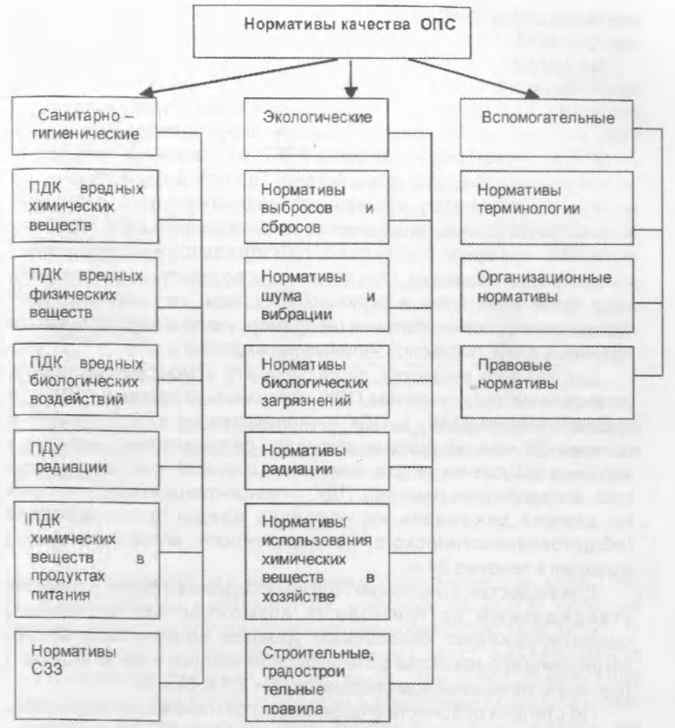


Рис. 21. Нормативы качества окружающей природной среды

Они устанавливают требования непосредственно к источнику вредного воздействия, ограничивая его деятельность определенной пороговой величиной выброса (сброса).

Главная цель вспомогательных норм и правил состоит в обеспечении единства в употребляемой терминологии, в

деятельности организационных структур и правовом регулировании экологических отношений.

Санитарно-гигиенические нормативы качества атмосферного воздуха – ПДК вредных веществ. Для каждого вещества, загрязняющего атмосферный воздух, устанавливается ПДК, количественно характеризующая такое содержание вредного вещества, при котором на человека и ОС не оказывается ни прямого, ни косвенного вредного воздействия. Прямое воздействие – это нанесение организму временного раздражающего действия, вызывающего кашель, ощущение запаха, головной боли и подобных явлений, которые наступают при превышении пороговой концентрации вещества. Под косвенным воздействием имеются в виду такие изменения в окружающей среде, которые ухудшают нормальные условия обитания (например, увеличивают количество туманных дней, поражают зеленые насаждения и т.п.).

Для каждого вещества, загрязняющего атмосферный воздух, установлены два норматива ПДК: максимально разовый ($ПДК_{м.р}$) и среднесуточный ($ПДК_{с.с}$). $ПДК_{м.р}$ – концентрация (мг/м³), которая в течение 30 мин не должна вызывать рефлекторных реакций у человека (ощущения запаха, изменения световой чувствительности глаз, аллергических реакций). $ПДК_{с.с}$ – концентрация (мг/м³), которая не должна оказывать на человека вредного воздействия (общетоксикологического, канцерогенного, мутагенного) при дыхании в течение 24 ч.

Для вещества, по которым ПДК не определена, руководствуются утвержденным на три года (с возможностью продления) ориентировочным безопасным уровнем воздействия (ОБУВ) загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест (согласно гигиеническому нормативу ГН 2.1.6.696-98).

По степени опасности (токсичности) различают четыре класса веществ: 1-й – чрезвычайно опасные; 2-й – опасные; 3-й – умеренно опасные; 4-й – относительно безвредные.

Значения ПДК наиболее часто встречающих загрязнителей атмосферного воздуха приведены в табл. 12.

Таблица 12. **ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов**

Вещество	Концентрация, мг/м³	
	максимально разовая	среднесуточная
Азота оксид	0,6	0,06
Азота диоксид	0,085	0,085
Аммиак	0,2	0,04
Ацетон	0,35	0,35
Бензол	1,5	0,8
Бенз(а)пирен	-	0,000001
Пыль нетоксичная	0,5	0,15
Ртуть металлическая	-	0,0003
Сероводород	0,008	0,008
Сероуглерод	0,03	0,005
Углерода оксид	5,0	3,0
Фенол	0,01	0,003
Формальдегид	0,035	0,003
Хлор	0,1	0,03

Для каждого загрязняющего вещества в атмосферном воздухе по санитарно-гигиеническим требованиям должно соблюдаться условие

$$\frac{C_i}{ПДК_i} \le 1,$$

где C_i – фактическая концентрация вредного вещества, мг/м³; $ПДК_i$ – максимально разовые ПДК вредных веществ, которые установлены для случая их изолированного присутствия, мг/м³.

Атмосферный воздух населенных мест одновременно загрязняется многими веществами, при этом совместное присутствие ряда вредных веществ в атмосферном воздухе может усиливать их токсичность. Такие вещества называются вредными веществами однонаправленного действия. Поэтому Минздравом введено требование необходимости учета суммарного воздействия (аддитивности) ряда таких веществ. При одновременном содержании в атмосферном воздухе нескольких веществ однонаправленного действия их суммарная концентрация должна удовлетворять неравенству

$$C = \frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + ... + \frac{C_n}{ПДК_n} \le 1,$$

где C_1, C_2 и C_n –концентрации вредных веществ однонаправленного действия в атмосферном воздухе, мг/м^3; $ПДК_1$, $ПДК_2$ $ПДК_n$ – соответствующие ПДК этих веществ, мг/м^3.

К настоящему времени установлены группы веществ, обладающих эффектом суммации: диоксид азота и оксид углерода; диоксид серы и диоксид азота; диоксид серы и сероводород; оксид углерода, диоксид серы и диоксид азота; аэрозоль пентаоксида ванадия и диоксида серы; аммиак и оксид азота; диоксид азота, оксид азота и др.

Санитарно-гигиенические нормативы качества поверхностных вод. Согласно правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами все водные объекты относятся к двум категориям: первая – источники хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также водоснабжения предприятий пищевой промышленности; вторая – объекты для спорта, купания и отдыха населения.

Водные объекты рыбохозяйственного использования также делятся на две категории. К первой относятся водные объекты, в которых сохраняются и воспроизводятся ценные виды рыб, обладающие высокой чувствительностью к кислороду и загрязнениям, ко второй – водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

ПДК того или иного вещества в водоеме устанавливается по тому признаку вредного действия (влияние на здоровье население, на органолептическое или общесанитарное состояние водоема), который характеризуется меньшей пороговой концентрацией. Поскольку этот признак вредности определяет характер наиболее вероятного неблагополучнного действия наименьших концентраций вещества, он назван *лимитирующим признаком вредности (ЛПВ)*. ЛПВ должен всегда сопровождать предельно допустимую концентрацию, характеризуя ее с основной качественной стороны.

Требования к качеству вод в водоемах, которые используются для рыбохозяйственных целей, в большинстве случаев более жесткие, чем таковые для водных объектов хозяйственно-бытового назначения (табл. 13). Это связано с тем, что при переходе вредных веществ по пищевой цепи гидробионтов происходит их биологическое накопление до опасных для жизни качеств. Вследствие этого рыбохозяйственные ПДК для ряда моющих

веществ в 3 раза ниже санитарных норм, нефтепродуктов – в 6 раз, а тяжелых металлов (например, цинка) – даже в 100 раз.

Таблица 13. **Предельно допустимые концентрации вредных веществ в поверхностных водах**

ПДК вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения			ПДК вредных веществ в воде, водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей		
Ингредиенты	ЛПВ	ПДК, мг/л	Ингредиенты	ЛПВ	ПДК, мг/л
Нефтепродукты	Органолептический	0,1	Азот аммонийный	Токсикологический	0,05
Железо (Fe^{2+})	То же	0,5	Азот нитратов	То же	0,02
Медь (Cu^{2+})	«	1,0	Кадмий (Cd^{2+})	«	0,005
ПАВ	«	0,5	Кобальт (Co^{2+})	«	0,01
Хром (Cr^{3+})	«	0,5	Медь (Cu^{2+})	«	0,01
Фенол	«	0,001	Никель (Ni^{2+})	«	0,05
Кобальт (Co^{2+})	Токсикологический	1,0	Цинк (Zn^{2+})	«	0,01
Никель (Ni^{2+})	То же	0,1	Свинец (Pb^{2+})	«	0,03
Азот нитратов	«	10,0	Хлорид аммония (NH^{4+})	«	1,2
Свинец (Pb^{2+})	«	0,1	Сульфат аммония(NH^{4+})	«	0,0
Формальдегид	«	0,05	Формальдегид	«	0,1
Азот в аммиаке	Санитарный	2,0	ПАВ	«	0,5
Цинк (Zn^{2+})	То же	1,0	Азот нитратов	Санитарный	9,1
			Сульфаты	То же	300
			Хлориды	«	100
			Нефтепродукты	Рыбохозяйственный	0,05
			Фенол	То же	0,001
			Стирол	Органолептический	0,1

Важно соблюдать принцип гигиенического нормирования при одновременном присутствии в воде нескольких вредных веществ. Согласно этому принципу вещества ЛПВ проявляют аддитивное действие. Это означает, что общее воздействие двух или нескольких веществ одного ЛПВ (содержащихся в ПДК каждое) будет таким же, как если бы какое-нибудь из них, присутствуя в воде в единственном числе, содержалось в двух или нескольких ПДК. Данное положение в Правилах охраны поверхностных вод зафиксировано в следующем виде: при поступлении в водоем нескольких веществ с одинаковым ЛПВ сумма отношений этих концентраций (C_1, C_2...C_n) каждого из веществ в расчетном створе к соответствующим ПДК не должна превышать единицы, т.е.

$$\frac{C_1}{ПДК_1}+\frac{C_2}{ПДК_2}+...+\frac{Cn}{ПДК_n}\le 1.$$

Состав и свойства водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования должны соответствовать нормативным требованиям в створе, расположенном на водотоках в 1 км выше близлежащего по течению пункта водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, места купания, организованного отдыха, территория населенного пункта и т.д.).

Санитарно-гигиенические нормативы качества почв. Принципы нормирования вредных веществ в почве существенно отличаются от принципов, положенных в основу нормирования их для водоемов, атмосферного воздуха и пищевых продуктов (табл. 14). Разница обусловлена тем, что прямое поступление вредных веществ через почву в организм человека невелико, оно ограничено немногими случаями прямого контакта с ней (игра детей в песочницах, употребление в пищу немытых овощей и т.д.). Вредные химические вещества, попавшие в почву, поступают в организм человека в основном через контактирующие с почвой среды (миграционный водный показатель вредности), воздух (миграционный воздушный показатель вредности) и растения (транслокационный показатель вредности).

Степень загрязнения почв сельскохозяйственных угодий оценивают по транслокационнному показателю вредности, в наибольшей степени отражающему уровень возможного накопления токсикантов в пищевых продуктах.

Таблица 14. **Предельно допустимые концентрации некоторых химических веществ в почве**

Вещество	ПДК, мг/кг	Лимитирующий показатель
Бенз(а)пирен	0,02	Общесанитарный
Бензин	0,1	Воздушно-миграционный
Ванадий	150,0	Общесанитарный
Мышьяк	2,0	Транслокационный
Ртуть	2,1	»
Свинец	32,0	Общесанитарный
Кобальт	5,0	»
Медь	3,0	»
Полихлорбифенолы (суммарно)	0,06	»

Таблица 15. **Допустимые уровни максимального давления на почву и нормального напряжения в почве**

Влажность почвы в долях наименьшей влагоемкости НВ	Максимальное давление на почву колесного или гусеничного движения, кПа, не более		Нормальное напряжение, в почве на границе 0,5 м, кПа, не более	
	Весенний период	Летнее-осенний период	Весенний период	Летнее-осенний период
Свыше 0,9	80	100	25	30
С 0,7 до 0,9	10	120	25	30
С 0,6 до 0,7	120	140	30	35
С 0,5 до 0,6	150	180	35	45
С 0,5 и менее	180	210	35	50

Образец техники, который в процессе эксплуатации может перемещаться по почве, имеющей сельскохозяйственное назначение, или пригодной для этих целей, не должен оказывать давление на почву выше норм, приведенных в табл. 15.

7.2. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в продуктах питания

Здоровье населения и сохранение генофонда в значительной степени определяется безопасностью продовольственного сырья и продуктов питания. В продуктах питания могут присутствовать пестициды, тяжелые металлы, синтетические моющие средства, нитраты, нитриты, радионуклиды, токсины микроорганизмов, лекарственные средства. Контроль пищевых продуктов в основном

осуществляется по 14 химическим ингредиентам, из которых наиболее опасными являются кадмий, ртуть, свинец (табл. 16).

Больше всего кадмия человек получает с растительной пищей. Например, в картофеле его содержится 0,012–0,05 мг/кг, в зерновых – 0,028–0,095, в томатах – 0,01–0,03, в фруктах 0,009–0,042 мг/кг. Очень большое количество кадмия в грибах – 0,1–5,0 мг/кг. В Японии вследствие загрязнения кадмием риса, основного продукта питания, появилось неизвестное ранее заболевание, названное «итай-итай». Сначала у больных были сильные боли в нижних конечностях и пояснице, затем нарушалась функция почек, больные сильно худели, у них наблюдались деформация скелета и переломы костей. Много людей умерло. Всего заболело около 3000 человек, причем в основном женщины, особенно много рожавшие. Впоследствии это объяснили дефицитом кальция, который, как оказалось, активно замещается в костях кадмием. В США также были отмечены аналогичные случаи заболевания, причиной которых оказалось употребление в пищу горошка, загрязненного кадмием.

Другой металл, который вошел в историю медицины как причина массового заболевания, – ртуть. Первая вспышка ртутного отравления была зафиксирована в 1956 г. в Японии, в районе Минамата, откуда и получила свое название – болезнь Минамата. Начальные стадии болезни – расстройство речи, нарушение походки, снижение уровня слуха. Многие заболевшие погибли. Причиной отравления послужил сброс загрязненных ртутью сточных вод химической фабрики по производству поливинилхлорида в р. Минамата, откуда затем загрязненные воды попали в море. Вследствие передачи по тропическим цепям концентрация ртути в рыбе достигала 20 мг/кг. Рыба теряла подвижность и становилась легкой добычей людей.

Еще одна «вспышка» болезни Минамата произошла в Японии в 1964–1965 гг. в районе р. Агано. Заболели 180 человек, из которых 52 умерли. Концентрация ртути в тканях и органах умерших была выше обычной в 50–30 000 раз.

Не менее опасен для человека свинец. В современном мире основным источником свинца в продуктах питания и в окружающей среде вообще является этилированный бензин (алкильные соединения свинца добавляют в бензин в качестве антидетонатора). Свинец попадает в организм человека по пищевым цепям при

Таблица 16. **Предельно допустимый уровень некоторых загрязняющих веществ в основных продуктах питания**

Группа продуктов	Допустимый уровень мг/кг, не более									Радионуклиды Бк/кг	
	Свинец	Кадмий	Ртуть	Мышьяк	Медь	Цинк	Пестициды		Нитриты	Цезий-137	Стронций-90
							Гексахлор	ДДТ и его метаболиты			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Мясо, в т.ч. полуфабрикаты, свинина, охлажденные, замороженные	0,5	0,05	0,03	0,1	5,0	70,0	0,1	0,1		160–320	50–200
Консервы из мяса птицы, мяса, растительные, в т.ч. паштетные	0,5	0,05	0,03	0,1	5,0	70,0	0,1	0,1	200	80	50
Яйца и продукты их переработки	0,3	0,01	0,02	0,1	3,0	50,0	0,1	0,1		80	50
Молоко сырое, сливки сырые, молоко пастеризованное, стерилизованное и топленое, сметана, кисломолочные напитки	0,1	0,03	0,005	0,05	1,0	5,0	0,05–1,25	0,05–1,0		50	25
Творог и творожные изделия. Рыба живая, рыба-сырец, охлажденная, мороженая, фарш, филе	1,0	0,2	0,3–1,0	1,0	10,0	40,0	0,03 - 0,2	0,2–20		130	100
Икра и молоки рыб и продукты из них	1,0	1,0	0,2	1,0			0,2	2,0		130	100

Окон. табл. 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зерно продовольственное, в т.ч. пшеница, рожь, стручковые, овес, ячмень, просо, гречиха, рис, кукуруза, сорго	0,5	1,0	0,03	0,2	10–15	50,0		0,02		80	40
Мука пшеничная, в т.ч. макаронные изделия, ржаная, кукурузная, ячменная и т.д.	0,5	0,1	0,03	0,2	11 - 15	50	0,5	0,02-0,05		60	100
Сахар	0,5	0,05	0,01	1,0	2,0		0,005	0,005		140	100
Сахаристые, кондитерские изделия	1,0	0,1	0,01	1,0	15	30				140	100
Свежие и свежезамороженные овощи, картофель, бахчевые культуры, ягоды, грибы	0,4-0,5	0,03-0,1	0,02-0,05	0,2-0,5	5-10	окт.20	0,1	0,1	60-2000	40-500	50-60
Соки, напитки, концентраты овощные, фруктовые, ягоды (консервированные соки)	0,4-1,0	0,03-0,05	0,02	0,2	5,0	10,0				1200	240

употреблении как растительной, так и животной пищи. У наших современников концентрация свинца в тканях организма выше, чем в доиндустриальный период. Так, у американцев она примерно в 400 больше, чем у древних людей. Однако не исключено, что в Древнем Риме знать подвергалась хронической свинцовой интоксикации вследствие использования свинцовой посуды. По крайней мере, в скелетах из захоронений того времени уровень свинца был очень высоким.

Ртуть, кадмий, свинец и другие тяжелые металлы оказывают на человека и животных токсическое действие, взаимодействуя с белками и блокируя различные ферментные системы и нарушая физиологические функции организма. Они могут накапливаться в органах и тканях, особенно в костной ткани. Например, есть доказательства патологического действия свинца на сердечно-сосудистую систему, психическое и умственное развитие, а также онкогенного влияния.

Очень опасны для здоровья пестициды. Убедительны данные о последствиях применения американцам дефолиантов (вид гербицидов) во время войны во Вьетнаме. Жертвами стали как жители Вьетнама, так и сами американцы. Применение дефолиантов, содержащих диоксин, привело к рождению детей с пороками развития.

Опасными последствиями грозит человеку повышенное содержание в продуктах питания азотистых соединений: нитратов и нитритов. Нитраты, в частности, давно используются как консерванты при изготовлении колбас, ветчины и других мясных продуктов. Однако в организме из них образуются нитрозолины, обладающие канцерогенными свойствами.

В 1996 г. в РФ было проведено обследование (Агро НИИТЭИПП) загрязненности продуктов питания чужеродными веществами – токсическими соединениями, биологическими агентами и микроорганизмами. Результаты показали, что с 1986 по 1996 г. уровень радионуклидов в продуктах питания увеличился в 5–10 раз по сравнению с 1960-ми гг. С 1992 по 1998 г. загрязнение продуктов питания нитратами и продуктами их распада возросло в 5 раз. В плодах и овощах в 1996 г. загрязнение нитратами превышало суточную дозу до 8 раз. До 10% проб пищевых продуктов содержат тяжелые металлы, половина из них – в дозах, превышающих ПДК.

Источником чужеродных веществ, которые обнаружены в количествах, превышающих нормативы, является продовольственное сырье или вещества, образующиеся в процессе его обработки, а также пищевые добавки, присадки, красители. Всего в разных странах известно примерно 500 наименований пищевых добавок. К добавкам относятся химические средства консервирования, пищевые красители, вкусовые ингредиенты и вещества, улучшающие товарный вид и способствующие сохранению продукта, а также отбеливающие средства, нитриты и нитраты, применяемые для изготовления мясных продуктов в целях сохранения у них красного цвета, антиокислители. Так называемые непреднамеренные, содержащиеся в продуктах вещества попадают в них в виде загрязнений из сырья, тары, в результате обработки. Это могут быть ядовитые отходы промышленности, транспорта, домашнего хозяйства, упаковочных материалов; микотоксины; бактериальные токсины; остатки сельскохозяйственных ядохимикатов; лекарства и средства, используемые в ветеринарии, в том числе антибиотики и гормоны; моющие средства и т.п.

Важным гигиеническим предписанием является чистота красителей и других пищевых добавок. Загрязнения, попадающие вместе с ними в готовый продукт, могут оказаться более опасными, чем они сами. Гигиенисты обращают также внимание на безвредность для человека продуктов взаимодействия красителей с продуктами питания. Применение пищевых добавок, в частности красителей, строго регламентируется. Первые законодательные акты, регламентирующие их применение, появились в 1887 г. в Германии, где был издан закон о пищевых красителях. Позже подобные законы появились и в других странах.

Такие законы вначале были приняты по поводу на использования в практике так называемых «негативных списков» – перечней веществ, запрещенных к применению. В настоящее время большинство стран, включая Россию, использует «позитивные списки», т.е. перечни веществ, рекомендуемых для использования в пищевой промышленности. Разрешение к применению базируется на данных научных токсикологических и гигиенических исследований.

Таким образом, задачей контроля безопасности пищевого продукта является проверка соответствия входящих в него ингредиентов действующим разрешением. Экспертный комитет

ФАО/ ВОЗ по пищевым добавкам периодически проводит авторитетную токсикологическую оценку пищевых красителей и устанавливает нормативы суточного поступления каждого из них в организм человека с пищей. Комиссия «Кодекс Алиментариус» составляет списки красителей, рекомендуемых для применения.

Такая же схема регламентации принята и в отношении других пищевых добавок. К особо опасным веществам, попадающим в пищевые продукты, относятся нитриты. Они встречаются повсеместно: попадают в почву в виде азотных удобрений, входят в состав гербицидов. Продукты их превращения – нитраты и нитрозамины. Нитрозамины относятся к очень опасным канцерогенам.

К числу опасных для человека загрязнений пищевых продуктов относится каразолол, который применяется в ветеринарии. Эксперты ФАО/ ВОЗ пришли к выводу, что люди, страдающие астмой или хроническим бронхитом, весьма чувствительны к действию остаточных количеств каразолола.

Для борьбы за экологически чистые продукты питания жители многих развитых стран объединяются под эгидой различных обществ и движений. Например, в Германии организация «Зеленые потребители» объединяет около $^1/_3$ населения. В европейских странах введена система экомаркировки, т.е. специальных меток, подтверждающих гарантию безопасности продуктов (и других товаров) для здоровья населения. Согласно международным нормативным документам на этикетке должны быть указаны все добавки, которые могут повлиять на здоровье людей.

Экомаркировка потребительских товаров не только служит для подтверждения их безопасности для населения, но и рассматривается в ряде стран как инструмент экополитики наряду с ограничением выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, а также как способ налогового регулирования. Так, в частности, Академия наук США представила правительству доклад, в котором рекомендовано не субсидировать хозяйства, использующие химические средства защиты растений. Ученые США стали инициаторами создания в 1989 г. национального центра безопасности пищевых продуктов и технологий. Отправной точкой деятельности центра является положение о том, что недостаточно высокое экологическое качество пищевых продуктов может стать причиной снижения генетического потенциала человека,

отрицательно влияет на производительность труда и может привести к увеличению смертности населения.

В Республике Казахстан контроль безопасности пищевых продуктов и пищевых добавок осуществляется в соответствии со следующими документами:

санитарные правила по применению пищевых добавок (утв. Минздравом СИЛ в 1976 г.), а также дополнения к ним, в том числе разрешения Госкомсанэпиднадзора республики;

медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов (утв. в 1994 г.);

санитарные нормы и правила «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (СанПиН РК 4.01.047-97).

Последний документ устанавливает нормы содержания в продуктах питания радионуклидов (цезия и стронция), остаточных количеств применяемых в ветеринарии антибиотиков, транквилизаторов, гормонов. В ней сформулированы требования к безопасности различных биологически активных добавок, к маркировке пищевой и энергетической ценности продуктов, повышенные требования к качеству детского и лечебного питания.

7.3. Класс опасности химических соединений. Нормирование воздействия. Нормирование в области радиационной безопасности

Любой химический загрязнитель атмосферы имеет порог действия, поэтому очень важно уметь правильно определять пороговую и подпороговую концентрацию.

ПДК атмосферных загрязнителей устанавливается на уровне подпороговых значений, нормирование которых ведется в расчете на группы населения, к которым относятся дети, лица старшего возраста и ослабленные болезнью. В основу нормирования положено использование экспериментального метода, позволяющего моделировать заданные условия и широко обобщать результаты в целях прогнозирования биологического действия атмосферных загрязнителей как при изолированном, так и при комбинированном их влиянии. С методологической точки зрения

этот метод более эффективен, чем метод наблюдения за здоровьем населения в условиях уже наступившего загрязнения атмосферы.

Установление среднесуточной ПДК$_{сс}$ базируется на изучении резорбтивного действия вредного вещества в условиях круглосуточной экспозиции на экспериментальных животных. Длительность экспозиции составляет 3–4 месяца, или 10–15% времени жизни белых крыс, на которых, как правило, проводятся такие эксперименты. Затем результаты исследований распространяются на людей. Проверка проводится в натурных исследованиях на населении и рассматривается как обязательный второй этап нормирования. Практика выбора концентрации для затравки животных показывает, что подпороговая концентрация обычно бывает в 3–10 раз ниже пороговой. Накопленные результаты второго этапа нормирования свидетельствуют о надежности установленных в СНГ ПДК атмосферных загрязнений и правомерности прямого переноса результатов эксперимента в реальные условия.

При действии любого вредного фактора возникает спектр биологических реакций организма, – таких, как смерть, болезнь, физиологические признаки болезни, функциональные сдвиги неясной биологической значимости, накопление загрязнителей или продуктов их метаболизма в органах и тканях. Всемирной организацией здравохранения (ВОЗ) принята схема биологических ответов (реакций) организма на загрязнение атмосферы, согласно которой при определении границ безвредности (безвредных уровней) атмосферных загрязнений различают три зоны:

1-я – зона отсутствия действия фактора, получившая название подпорогового уровня;

2-я – зона сдвигов в организме неясной биологической значимости;

3-я – зона токсического действия, когда регистрируются патологические изменения в организме, вызванные загрязнителем.

В зарубежных странах нормативы устанавливаются на уровне 3-й зоны и между 2-й и 3-й, чем объясняются более высокие уровни нормативов качества воздуха. Для сравнения в табл. 17 приведены примеры нормирования среднесуточной концентрации диоксида серы в стандартах разных стран.

Таблица 17. **Среднесуточная концентрация SO_2 в разных странах**

Страна	ПДК$_{с.с}$ мг/м^3, SO_2	Примечание
СНГ	0,05	Не должен превышаться круглосуточно
Польша	0,35	ПДК для жилых зон
Румыния	0,25	ПДК
Нидерланды	0,075	Не должен превышаться в 50% проб
Япония	0,1	Национальный стандарт
США	0,26	Федеральный стандарт
Франция	0,75	Для специальных зон Парижа
Швеция	0,25	Не должен превышаться более одного раза в месяц

По степени токсичности, т.е. вредности, загрязняющие химические соединения подразделяются на четыре класса опасности:

1-й – чрезвычайно опасные;

2-й – высоко опасные;

3-й – умеренно опасные;

4-й – мало опасные.

В табл. 18 приведены наиболее часто встречающиеся загрязняющие вещества, разделенные по классам опасности.

Таблица 18. **Классы опасности загрязняющих веществ**

1-й класс	2-й класс	3-й класс	4-й класс
Бенз(а)пирен	Азота диоксид	Азота оксид	Аммиак
Озон	Бензол	Ангидрид сернистый	Бензин нефтяной малосернистый
Ртуть	Водород хлористый	Взвешенные вещества	Бензин сланцевый
	Кислота азотная	Железа сульфат	Углерода оксид
	Кислота серная	Кальция оксид	
	Фенол	Пыль неорганическая	
	Сероводород	Сажа	

Максимальные разовые предельно допустимые концентрации (ПДК$_{м.р}$) нормируются по рефлекторным реакциям, преимущественно по запаху. Вещества, обладающие запахом или раздражающим свойством, исследуются на добровольцах в условиях краткосрочных опытов в целях определения порога

запаха раздражающего или рефлекторного действия. Эти исследования выполняются в условиях "слепого" опыта с использованием специальных установок с динамическим дозированием изучаемых веществ в цилиндры, через которые доброволец свободно дышит.

При обосновании ПДК$_{м.р}$ учитывается влияние средних пороговых или подпороговых концентраций не для группы, а для наиболее чувствительных лиц.

Для атмосферного воздуха оценка статуса его экологического неблагополучия проводится в соответствии с требованиями "Критериев оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия" (1992 г.). Степень загрязнения атмосферного воздуха устанавливается по кратности превышения ПДК. В соответствии с действующими ПДК для оценки степени загрязнения воздуха применяются фактические максимально разовые и среднесуточные концентрации за последние несколько лет, но не менее чем за два года. По каждому веществу должно быть не менее 200 наблюдений (проб).

В случае оценки загрязнения атмосферного воздуха по максимально разовым концентрациям для повышения надежности применяется статистическая обработка материала. Она позволяет с учетом вариаций концентрации получить то ее значение, которое в 95% случаев будет на уровне или ниже расчетной концентрации (С95). Кратность превышения К рассчитывается по формуле

$$K = \frac{C95}{ПДК_{м.р}}.$$

Оценка степени загрязнения проводится по кратности превышения ПДКм.р согласно табл. 19.

Когда в воздухе присутствуют вещества, обладающие эффектом суммации биологического действия, рассчитывается приведенная к одному из суммирующих веществ концентрация (С95пр):

$$C95_{пр} = C1 + C2\frac{ПДК_{11}}{ПДК_2} + C2\frac{ПДК_1}{ПДК_3} + ... + C2\frac{ПДК_n}{ПДК_n}.$$

Таблица 19. **Критерии оценки степени загрязнения атмосферного воздуха на ПДК$_{м.р}$ (в РФ)**

Класс опасности загрязняющих веществ	Экологическое бедствие		Чрезвычайная экологическая ситуация	
	К	% измерений выше ПДК	К	% измерений выше ПДК
1	>5	>30	>3-5	>30
2	>7,5	>30	>5-7,5	>30
3	12,5	>50	8–12,5	>50
4	20,0	>50	12,5–20,0	>50

Для комбинации суммирующих веществ оценка степени загрязнения атмосферного воздуха ведется по приведенной концентрации. При этом рекомендуется приводить сумму таких веществ к веществу, обладающему большей опасностью по классу.

При оценке степени загрязнения по среднесуточным концентрациям (табл. 20) используются замеры посредством непрерывной аспирации (просасывания) воздуха в течение 24 ч или прерывистой аспирации минимум 4 раза в сутки через равные интервалы времени.

Таблица 20. **Критерии оценки степени загрязнения атмосферного воздуха по среднесуточным концентрациям**

Класс опасности загрязняющих веществ	Экологическое бедствие		Чрезвычайная экологическая ситуация	
	К	% измерений выше ПДК	К	% измерений выше ПДК
1	>3	>20 или >7 дней подряд	2–3	>20 или >7 дней подряд
2	>5	То же	3–5	То же
3	7,5	>30 или > 7 дней подряд	5–7,5	>30 или > 7 дней подряд
4	12,0	То же	8–12	То же

Визуальные и органолептические признаки заключаются в появлении устойчивого, не свойственного данной местности (сезону) запаха; обнаружении влияния воздуха на органы чувств человека – резь в глазах, слезотечение, привкус во рту, затрудненное дыхание, покраснение или другие изменения кожи, рвота и др. (одновременно у нескольких десятков человек); выпадении окрашенных дождей и других атмосферных осадков; появлении у осадков специфического запаха и не характерного для них привкуса.

Для поверхностных вод суши, морских вод максимальное разовое содержание для нормируемых веществ 1–2-го классов опасности в концентрациях, превышающих ПДК в 5 раз и более, для веществ 3–4-го классов опасности – в 50 раз и более; появление запаха, ранее не свойственного воде, интенсивностью более 4 баллов; покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения более 1/3 поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км^2; снижение содержания растворенного в воде кислорода до 2 мг/л и менее; увеличение биохимического потребления кислорода (БПК) выше 40 мг/л; массовая гибель рыбы, моллюсков, раков, лягушек, водорослей, других водных организмов и водной растительности.

Для почв и земель – содержание загрязняющих веществ техногенного происхождения в концентрациях 50 ПДК и более; наличие резких изменений (не связанных с гидрометеоусловиями), выражающихся в изреженности или повреждении посевов на площади более 50% отдельного поля; наличие несанкционированных свалок токсичных отходов.

Гигиеническая регламентация ионизирующего излучения осуществляется нормами радиационной безопасности ИРБ-96, гигиеническими нормативами ГН 2.6.1.054-96. При этом основные дозовые пределы облучения и ПДУ устанавливаются для следующих категорий облучаемых лиц:

1) персонал – лица, работающие с техногенными источниками (группа А) или находящиеся по условиям работы в зоне их воздействия (группа Б);

2) все население, включая лиц из персонала вне сферы их производственной деятельности.

Для категории облучаемых лиц устанавливают три класса нормативов: основные дозовые пределы, допустимые уровни, соответствующие основным дозовым пределам, и контрольные уровни.

Здесь эквивалентная доза – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения. Единицей измерения эквивалентной дозы является зиверт (Зв) имеющий размерность Дж·кг$^{-1}$. Значение взвешивающего коэффициента для фотонов, электронов и ионов любых энергии составляет 1, для части осколков деления, тяжелых ядер – 20.

Эффективная доза E – величина, которая используется как мера риска возникновения отдельных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиационной чувствительности. Она представляет собой сумму произведений эквивалентной дозы в органе H на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного органа или ткани W_T:

$$E = \sum_m HW_m .$$

Таблица 21. **Основные дозовые пределы облучения (извлечения из НРБ-96)**

Нормируемые величины	Дозовые пределы		Примечание
	Лица из персонала (гр.А)	Лица из населения	
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год	Дозы облучения, как и все допустимые производные уровни переноса гр. Б, но не должны превышать ¼ значений для персонала гр.А
Эквивалентная доза в год в:			
хрусталике	150	15	
коже	500	50	
кистях и стопах	50	50	

Значение взвешивающего коэффициента для отдельных видов тканей и органов таковы: гонады – 0,2; костный мозг (красный), легкие, желудок – 0,12; печень, грудная железа, щитовидная железа – 0,05; кожа – 0,01.

Существуют основные дозовые пределы – предел годовой эффективной или эквивалентной дозы (ПДВ). ПДВ – значение эффективной или эквивалентной дозы, которую нельзя превышать (табл. 21); допустимые уровни монофакторного воздействия (т.е. для вида внешнего излучения или для одного радионуклида, одного пути поступления радионуклидов в организм), являющиеся производными от основных дозовых пределов: допустимых среднегодовых объемных и удельных активностей и т.д; контрольные уровни (дозы), устанавливаемые администрацией учреждения по согласованию с органами Госсанэпиднадзора, их численные значения должны учитывать достигнутый в учреждении уровень радиационной безопасности и обеспечивать условия, при которых радиационное воздействие будет ниже достигнутого.

Глава 8. СБОР И ОБРАБОТКА МОНИТОРИНГОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

8.1. Цель обобщения информации о загрязнении атмосферы городов

Цель обработки и обобщения данных наблюдений состоит в получении достоверной и объективной информации об уровне и причинах загрязнения атмосферы, определении тенденции изменения уровня загрязнения атмосферы, разработке рекомендаций по его снижению и доведении информации до органов, принимающих решения, и широкой общественности. Обобщение выполняется на основании данных измерений разовых или среднесуточных концентраций вредных примесей и сведений о выбросах вредных веществ в атмосферу конкретных городов.

Результаты обобщения информации по территории, подведомственной УГМ, служат для выявления: 1) городов с наиболее высоким уровнем загрязнения атмосферы; 2) источников выбросов вредных веществ, вносящих наибольший вклад в уровень загрязнения атмосферы городов; 3) вредных веществ, содержание которых в атмосфере определяет загрязнение воздуха в городах. Это достигается совместным анализом выбросов вредных веществ, характеристик загрязнения атмосферы и метеорологических условий, определяющих перенос и рассеивание вредных веществ в атмосфере.

При обработке информации и ее обобщении необходимо соблюдать определенные правила. Обобщение материалов о состоянии загрязнения воздуха городов проводится за период от 1 месяца до 1 года и более. Обобщение может осуществляться по одному городу и по нескольким городам и населенным пунктам на территории УГМ. При обобщении используются статистические характеристики состояния загрязнения воздуха населенных мест.

Информационные документы должны быть оформлены в соответствии с действующими нормативными материалами, отпечатаны на стандартных листах белой бумаги через полтора интервала. Размер печатного текста 170 x 260 мм. Шрифт отпечатанного текста должен быть четким, черного цвета. Схемы, рисунки и условные обозначения выполняются черными чернилами или тушью.

Схемы города изображаются на белой бумаге или кальке размером 150 х 150 мм. Ориентировка схемы обычная: стрелкой указывается направление на север в верхней части рисунка. В нижней его части под схемой приводятся розы ветров по восьми румбам за январь, июнь и в целом за рассматриваемый год; числа на концах румбов соответствуют значениям повторяемости данного направления ветра. Применяется масштаб 1 см – 10%. На схему наносятся главные площади, магистрали и улицы города и их названия, основные элементы ландшафта (моря, озера, реки, парки, горы и т.п.) и местоположение постов с присвоенными им стандартными номерами.

Графики временных изменений концентраций примесей и метеопараметров строятся размером не более 120 х 120 мм. Масштаб представления параметров должен быть таким, чтобы значения годовых или суточных колебаний располагались на всем поле графика. Графические материалы можно представлять на миллиметровой бумаге, чтобы при необходимости с любой кривой можно было снять значения параметра.

Размер таблиц не должен превышать стандартный лист. Во всех таблицах и документах, содержащих данные о концентрациях примесей в воздухе отдельных городов и описания особенностей загрязнения воздуха городов, должен соблюдаться алфавитный порядок расположения названий городов; сведения о примесях даются по порядку номеров шифра.

Страницы документа, включая приложения, должны быть пронумерованы. Титульный лист входит в общую нумерацию, но номер на нем не ставится; на последующих страницах номер проставляется в правом верхнем углу арабским цифрами. Документ должен сопровождаться оглавлением с указанием страниц, на которых помещены сведения о состоянии загрязнения и выбросах вредных веществ по каждому городу.

8.2. Анализ и экологические оценки данных по мониторингу

Данные наблюдений за концентрациями примесей (q_i) на стационарных и маршрутных постах, а также под факелами промышленных предприятий рассматриваются как совокупность случайных величин – единичных разовых показателей загрязнения атмосферы.

Для систематизации и оценки уровня загрязнения атмосферы за исследуемый период обычно применяются следующие статистические характеристики:

среднее арифметическое значение концентрации примеси $\bar{q}$;

среднее квадратическое отклонение σ результатов измерений от среднего арифметического;

максимальное значение концентрации примеси $q_м$;

коэффициент вариации $V = \sigma/q$, показывающий долю изменчивости от среднего арифметического значения.

Среднее арифметическое значение концентрации примеси является единичным осредненным (основным) показателем загрязнения атмосферы.

Результаты многих исследований показали, что данные измерений концентраций примесей в приземном слое атмосферы городов с достаточной точностью соответствуют логарифмически нормальному распределению. По ряду наблюдений проверяют гипотезу о том, что результаты наблюдений относятся к логарифмически нормальному распределению, и вычисляют показатели логнормального распределения, а также значения максимальной концентрации с заданной вероятностью превышения. В соответствии с объемом данных наблюдений и необходимостью расчета фоновой концентрации примеси рассчитывают максимальные концентрации с вероятностью превышения в 5, 1 и 0,1% случаев ($q_м^1, q_м^5$ и $q_м^{0,1}$).

Все статистические характеристики вычисляются для различного осреднения по времени и пространству.

Основным критерием качества атмосферного воздуха являются предельно допустимые концентрации (ПДК), утвержденные Минздравом РК. Поэтому для оценки состояния или степени загрязнения атмосферы используются единичные осредненные показатели загрязнения атмосферы, нормированные на ПДК соответствующего периода осреднения. Устанавливают, выполняется ли соотношение

$$q_i / \text{ПДК}_{\text{м.р.}} < 1.$$

Поскольку $ПДК_{с.с}$ (среднесуточные) определялись за продолжительный период, проверяют выполнение соотношения

$$\bar{q}/\text{ПДК}_{\text{с.с}} < 1.$$

Нормированные на ПДК единичные осредненные и разовые показатели загрязнения атмосферы называются единичными индексами загрязнения атмосферы (ИЗА).

На основании проверки соотношения рассчитывают число случаев *(m)* (или повторяемость g) концентраций, превышающих ПДК, и другие величины, кратные ПДК (например, g_1) .

Все статистические характеристики и единичные ИЗА рассчитываются по данным наблюдений за концентрацией каждого контролируемого вещества отдельно. Для сравнения степени загрязнения атмосферы в различных городах используется комплексный ИЗА – безразмерная функция характеристик степени загрязнения атмосферы несколькими веществами. Комплексный ИЗА, учитывающий ℓ веществ, присутствующих в атмосфере, рассчитывается по формуле

$$I(l) = \sum_{i=1}^{l} I_i = \sum_{i=1}^{l} \bar{q}/(\text{ПДК}_{\text{с.с.}})_i^{c_i},$$

где $\bar{q}$ – осредненная по времени (месяц и год), рассчитанная для поста, города или группы городов концентрация *i*-й примеси; c_i – безразмерная константа, позволяющая привести степень вредности *i*-го вещества к вредности диоксида серы.

Расчет индекса загрязнения атмосферы основан на предположении, что на уровне ПДК все вредные вещества характеризуются одинаковым влиянием на человека, а при дальнейшем увеличении концентрации степень их вредности возрастает с различной скоростью, которая зависит от класса опасности вещества. Для сравнения степени загрязнения атмосферы разных городов, различных районов одного города или различными веществами в городе используется комплексный индекс загрязнения атмосферы – ИЗА для каждого *i*-го вещества (I_i).

Значения индексов I_i рассчитываются на ЭВМ. Затем составляется

убывающий вариационный ряд величины I_i. Для каждого города вычисляется комплексный ИЗА – $I(\ell)$, учитывающий ℓ первых веществ в этом ряду.

8.3. Специальная обработка данных наблюдений под факелом промышленного предприятия

Для определения средних и максимальных концентраций примесей в районе промышленных предприятий используются результаты подфакельных наблюдений за год при количестве изменений n>50 на каждом расстоянии от источника выбросов или за более длительный период.

Если подфакельные наблюдения осуществлялись всего в 1–3 точках от источника выбросов (например, только на расстояниях *x*, равных 0,5, 1 и 3 км), то результаты этих наблюдений обобщаются в форме следующей таблицы.

Характеристика загрязнения воздуха в районе промышленных предприятий (по данным подфакельных наблюдений)

Город	Отрасль, предприятие	Вещество	n	q_n	x

Если наблюдения выполнялись в большем числе точек на разных расстояниях от предприятия, то проводится специальная обработка результатов наблюдений.

Из данных подфакельных наблюдений на известном расстоянии от исследуемого предприятия выбирается 10–15 наибольших значений максимальных разовых концентраций *i*-й примеси ($q_м$), а также 10–15 наибольших значений $q_м$ из данных наблюдений на стационарных постах, расположенных на фиксированном расстоянии от обследуемого предприятия при ветре со стороны этого предприятия.

Методом графической регрессии определяется зависимость наибольших концентраций $q_м$ от расстояния до источника выбросов (рис. 22).

На графике проводится линия, огибающая основную массу точек. Не принимаются во внимание лишь отдельные, далеко отстоящие от основной массы точки. Огибающая линия позволяет определить расстояние, на котором наблюдается самое высокое загрязнение. Огибающая охватывает также те расстояния от источника, где наблюдения не проводились, что дает дополнительную информацию о значениях максимальных концентраций на подветренной стороне предприятия.

Полученные по огибающей значения $q_м$ сводятся в таблицу, где для каждого расстояния *x* приводится значение максимума, полученного по огибающей, и количество измерений на этом расстоянии.

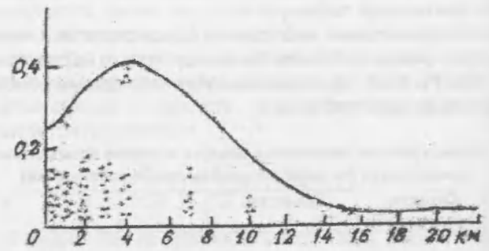


Рис. 22. Максимальные концентрации (мг/м³) примеси на разных расстояниях от промышленного предприятия

Частота появления в течение года максимальных концентраций на подветренной стороне источника зависит от годовой розы ветров. Расчет поля средней концентрации *i*-й примеси по данным подфакельных наблюдений в зависимости от повторяемости различных направлений ветра позволяет определить реальное местоположение зоны наибольшего загрязнения по отношению к источнику загрязнения.

Статистический метод расчета поля средних концентраций примеси используется только при достаточно большом числе измерений (более 200 на каждом расстоянии от источника). В этом случае для любой точки наблюдения, находящейся на расстоянии *x* (0,5; 1; 2; . . .; 10 км) от источника, рассчитывается средняя

концентрация *i*-й примеси с учетом повторяемости *d*-го направления ветра по румбам:

$$\overline{q_{mфn}} = q_м \Pi P_d \frac{N}{2\pi},$$

где $q_м$ – максимальная концентрация (мг/м³) на расстоянии *x* от источника; P_d – повторяемость (в долях единицы) направления ветра, при котором примесь попадает в заданную точку; N – число направлений ветра, которые учитываются при расчете P_d; Π_z – значение ПЗА, определяемое по формуле

$$\Pi_z = \frac{1}{2}\exp\left[\frac{0{,}12}{(z_2 - z_1)^2} - \frac{0{,}69 z_1}{z_2 - z_1}\right].$$

В справочном пособии «Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере» приведены численные значения величины Π_z для ряда станций с учетом данных о повторяемости опасной скорости ветра для двух групп: 0-3 и 4-7 м/с. Для станций, не приведенных в этом пособии значения Π_z в соответствии с алгоритмом рассчитываются следующим образом. Определяются значения P_1 и P_2 по формулам

$$P_1 = P_{ин} + P_{сл} + \frac{P_и}{2},$$

$$P_2 = P_{ин} + P_{сл},$$

где $P_{ин}$ — повторяемость инверсий в слое 0,01 – 0,25 км: $P_{сл}$ – повторяемость слабых ветров (0–1 м/с) в слое от 0,01 (на высоте флюгера) до 0,20 км; $P_и$ – повторяемость опасной скорости ветра в диапазоне 0–3 или 4–7 м/с.

Все значения повторяемости определяются в среднем за год в долях единицы. По значениям P_1 и P_2 определяются функции $\Phi(Z_1) = 1 - 2P_1$ и $\Phi(Z_2) = 1 - 2P_1$.

По значениям $q_{mфn}$, нанесенным на график, проводятся изолинии средних концентраций примеси. Пример поля средних концентраций примесей, создаваемого отдельным источником, приведен на рис. 23.

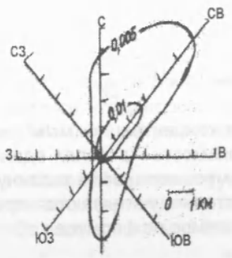


Рис. 23. Поле средних концентраций (мг/м³) примеси в районе одиночного источника выбросов

На этом рисунке источник выбросов находится в точке пересечения осей координат. На лучах каждого из восьми направлений в заданном масштабе через 1 км наносятся расчетные значения $q_{пфн}$, а затем проводятся изолинии средних концентраций примеси.

Следует заметить, что график строится зеркально по отношению к розе ветров. Например, при северо-западном направлении ветра значения концентраций откладываются на луче юго-восточного направления.

Глава 9. МЕСТО ОБЩЕСТВЕННОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

9.1. Основные задачи общественного экологического мониторинга. Методические рекомендации по проведению общественного экологического мониторинга

Основная цель, которую должен преследовать общественный экологический мониторинг, — повышение доступности экологической информации для общественности. Это достигается как путем нарушения государственной монополии на информацию, так и путем получения дополнительных сведений, которыми не располагают государственные службы, а также с помощью обобщенного анализа всей доступной информации и адаптации ее для различных типов аудиторий.

Как правило, общественный экологический мониторинг организуется с целью принятия активных мер. В одних случаях общественные организации обращаются в органы власти, в других пытаются оказывать давление на предприятия; иногда планируются прямые действия, направленные на улучшение состояния объекта наблюдений. В этом смысле можно утверждать, что общественный экологический мониторинг неразрывно связан с общественным экологическим контролем и служит информационной базой последнего.

Общественный экологический мониторинг может выполнять такие функции, как:

создание альтернативного информационного канала, повышение оперативности экологического контроля и эффективности оповещения населения о происшествиях и чрезвычайных ситуациях;

наблюдение за объектами, которые либо не включены в программы мониторинга государственных природоохранных служб, либо описываются недостаточно полно;

привлечение внимания к проблемам, которые ранее не были обозначены (по разным причинам);

развитие экологического образования и просвещения.

Особого упоминания заслуживает новая, но, с нашей точки зрения, перспективная задача общественного мониторинга. Речь

идет о постпроектном анализе — оценке реальных экологических последствий осуществления проекта и соотнесения их с воздействиями, предсказанными на этапе разработки проекта.

Государственные органы часто не предоставляют необходимые материалы, ссылаясь на высокую стоимость информации. Подобные проблемы возникают как между государственными органами и общественностью, так и между государственными службами, относящимися к различным ведомствам. В качестве весьма эффективной меры против подобных злоупотреблений можно рекомендовать создание альтернативных каналов получения и распространения информации, одним из которых является общественный экологический мониторинг. Опыт показывает, что как только в регионе появляется альтернативный информационный канал, степень закрытости информации, ее "коммерческая стоимость" немедленно снижаются. Создавая такой канал, неправительственные организации не должны концентрировать усилия на сборе большого количества собственных данных. Как правило, анализ имеющихся сведений может принести гораздо больше пользы. Сбор собственных данных необходимо осуществлять только при отсутствии доступной информации, выявляя ключевые проблемы и "болевые точки".

Одним из перспективных направлений развития общественного мониторинга является использование его для оперативного получения необходимых сведений в случае аварийных ситуаций. Анализ системы государственного мониторинга показывает, что аппаратурные возможности соответствующих служб далеко не всегда соответствуют сложности задач, которые они призваны решать. Это приводит к необходимости отправки проб на анализ в другие регионы, что резко снижает оперативность не только мониторинга, но и контроля, особенно необходимого при аварии. Кроме того, нередко природоохранительные органы различных областей не имеют тесного контакта между собой, и получение адекватной картины загрязнения затруднено административными барьерами. Поэтому возможности оперативного реагирования (если таковыми располагает общественная организация) позволяют более эффективно управлять ситуацией и способствуют укреплению сотрудничества с государственными органами.

Более того, именно в случаях аварийного загрязнения имеет место практика замалчивания официальными службами истинных размеров бедствия. В этом случае независимая информация обеспечивает тот самый альтернативный канал, который необходим для нарушения монополии на информацию.

Следует отметить, что общественный экологический мониторинг не может рассматриваться как инструмент для изучения глобальных проблем. И дело не только в том, что для адекватного решения задач фонового мониторинга, поставленных в сети ГСМОС, требуется привлечение особых ресурсов (в частности, предполагается ведение многолетних наблюдений). Причина тому носит практический характер — рычаги воздействия на глобальные процессы (кроме образовательных в широком смысле этого слова) в большинстве случаев находятся вне досягаемости конкретного сообщества, живущего в данной местности. Даже возможности непосредственного влияния на региональные проблемы зачастую ограничены. Поэтому общественный мониторинг оказывается эффективным тогда, когда, следуя известному изречению, думают глобально (или в границах региона в целом), но действуют локально. Типичным примером таких локальных объектов общественного мониторинга являются малые реки.

Характерной чертой государственного экологического мониторинга, вытекающей из его иерархической структуры, является своего рода "автономность", отсутствие ориентации на непосредственные нужды жителей региона. Например, мониторинг качества природных вод, осуществляемый Росгидрометом, в основном ограничивается наблюдениями в фиксированных створах. При этом реальный интерес для жителей региона представляет качество воды в ближайшем водоеме. Даже при расположении створа на участке, интересующем местное население, сотрудники первичного пункта наблюдений не могут предоставить жителям интерпретированную информацию о состоянии водного объекта. Функции первичного пункта наблюдений сводятся к определению установленного набора параметров и его регистрации в заданном формате; при передаче этих данных в региональный пункт может потеряться информация, принципиально важная для интерпретации данных, но не укладывающаяся в жесткую форму отчетности.

Санэпиднадзор и организации, осуществляющие эксплуатацию систем водоснабжения, организуют наблюдения за качеством

питьевой воды в местах водозабора, перед поступлением в распределительную сеть, а также в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети. Эти организации, как правило, не располагают сведениями о качестве воды в конкретных жилых зданиях. Весьма ограничены данные о составе воды в системе нецентрализованного водоснабжения. Граждан же вполне закономерно интересует информация о том, какая вода поступает в их дома. Отметим, что при сегодняшнем состоянии разводящих сетей многие параметры, характеризующие состав питьевой воды у потребителя, определяются вторичным загрязнением в этих сетях (вызванным негерметичностью, коррозией водопроводов и т.п.). Подобные ситуации предоставляют широкое поле для организации результативного общественного мониторинга.

Сравнительно недавно в массиве загрязняющих веществ стали выделять понятие «суперэкотоксиканты» — вещества, которые в малых дозах способны оказывать выраженное индуцирующее (усиливающее) или ингибирующее (угнетающее) действие на ферменты. В их число входят диоксины и дибензофураны, полихлорированные и полибромированные бифенилы, бензантрацены, нитрозамины, нафтиламины и другие органические вещества. Кроме того, к разряду суперэкотоксикантов часто относят радионуклиды, некоторые тяжелые металлы (ртуть, кадмий) и металлоиды (мышьяк, селен), хлор- и фосфорорганические пестициды, являющиеся потенциальными мутагенами и канцерогенами (веществами, вызывающими соответственно мутации и онкологические заболевания).

Суперэкотоксиканты характеризуются чрезвычайной стойкостью в окружающей среде и практическим отсутствием предела токсичности (сверхкумуляцией). В тех или иных концентрациях они присутствуют во всех средах, циркулируют в них и через компоненты окружающей среды проявляют свое действие на человека, вызывая мутагенный, канцерогенный эффекты, подавляя клеточный иммунитет, поражая внутренние органы и приводя к истощению организма.

Общественный экологический мониторинг: образовательная функция. Образовательный и воспитательный потенциал общественного экологического мониторинга очень велик. В данном случае экологическое образование и просвещение мы понимаем в самом широком смысле. Правильно организованная

деятельность общественности в области экологического мониторинга способствует повышению уровня экологического образования всех участников общественного диалога — населения, руководителей и рядовых сотрудников предприятий, представителей государственной власти. Общественные организации могут с успехом использовать должным образом интерпретированную информацию о состоянии окружающей среды для формирования осознанной, экологически грамотной позиции общества в целом. Вместе с тем подобная деятельность не входит непосредственно в обязанности государственной службы мониторинга и региональных комитетов по экологии. Отсутствие достоверных данных о состоянии окружающей среды на местном уровне, поданных в доступной форме, создает информационный вакуум, который часто заполняется слухами, небрежно представленными исследованиями, непонятными данными и просто не имеющими никаких реальных оснований опусами. Правильно организованный общественный экологический мониторинг способен заполнить этот вакуум, обеспечивая не только получение необходимой информации и представление ее в доступной форме, но и создавая для граждан реальную возможность участия в наблюдениях и контрольных мероприятиях.

9.2. Выработка программы мониторинга. Выбор оборудования и методов анализа. Документирование результатов. Представление и использование результатов

Цели и задачи. В первую очередь следует сформулировать долгосрочные цели и промежуточные задачи. При этом необходимо, чтобы поставленные цели были конкретными, достижимыми и поддавались проверке — это существенно для контроля выполнения программы мониторинга и внесения в нее корректив. Формулируя их, следует учитывать специфические черты общественного экологического мониторинга.

Под задачами необходимо понимать конкретные действия или этапы на пути достижения цели. В любом случае задачи подчинены целям. В рамках грамотно составленной программы не может быть задач, выходящих за пределы цели, не имеющих к ней отношения и т.п.

Инстинктивно возникающее желание измерять все во всем — вернейший путь в тупик. Даже если общественная организация

может позволить себе достаточно обширные исследования, необходимо всегда задаваться вопросом: а так ли уж необходимо измерять все, что только можно? В большинстве случаев ограниченные ресурсы организации жестко диктуют необходимость сократить программу измерений, сохранив по возможности качество получаемого материала.

На основе поставленной цели следует определить приоритеты — объекты мониторинга и определяемые параметры. Объекты понимаются здесь в самом широком смысле слова — как антропогенные, так и природные. Например, если цель программы связана с состоянием реки, то выбор объекта может выглядеть как определение предприятия или конкретного стока, на котором будут сконцентрированы усилия по мониторингу. Если проблема заключается в состоянии окружающей среды в загрязненном городском районе, определение приоритетов может начаться с выбора природной среды для мониторинга — атмосферы, воды, почвы, снежного покрова. В некоторых случаях выбор объекта однозначно вытекает из поставленной проблемы, а иногда представляет собой содержательную и нетривиальную задачу. Как правило, сначала на основе поставленных целей и задач выбираются объекты мониторинга, а затем определяемые параметры. Однако возможен и обратный порядок, особенно если заранее известно, что проблема связана с определенным веществом (например, ртутное загрязнение).

Заметное повышение минерализации поверхностных вод является сигналом притока чуждого раствора (отметим, что таковым может быть и сброс более минерализованных, но не требующих очистки подземных вод, использованных, например, в системе охлаждения).

Если исследуется влияние загрязнения на состояние водных экосистем, важным является учет температурного режима, его изменения как за счет естественных, так и за счет антропогенных факторов (например, сброс нагретых вод электростанций в водные объекты). При повышении температуры у рыб возрастает потребность в пище, утрачивается способность к воспроизводству, снижается активность, увеличивается токсичность некоторых пестицидов для рыб, ускоряется накопление метилртути, в воде

снижается содержание растворенного кислорода. Нагрев вод ускоряет процесс эвтрофикации водоемов.

Важной характеристикой водных экосистем являются также донные отложения. Аккумулируя тяжелые металлы, радионуклиды и высокотоксичные органические вещества, донные отложения, с одной стороны, способствуют самоочищению водных сред, а с другой — представляют собой постоянный источник вторичного загрязнения водоемов. Донные отложения — перспективный объект анализа, отражающий многолетнюю картину загрязнения (особенно в малопроточных водоемах).

В последние годы получил развитие метод наблюдения за уровнем загрязнения природной среды на основе наблюдений за атмосферными осадками и снежным покровом. Атмосферные выпадения всегда содержат присутствующие в воздухе растворенные примеси, поэтому концентрация примесей в осадках является естественным показателем загрязнения атмосферы. Этот подход ценен, например, при определении содержания суперэкотоксикантов в воздухе, поскольку позволяет избежать отбора проб очень больших объемов воздуха.

Когда выбраны контролируемые параметры, необходимо определить число и расположение мест пробоотбора (наблюдения) и временного режима отбора проб (проведения наблюдений). При этом следует избегать поспешных выводов, которые могут оказаться ошибочными. Например, при проверке, насколько сточные воды предприятия загрязняют реку, необходимо выбрать точки отбора проб ниже и выше по течению места их сброса: может оказаться, что вода в реке уже сильно загрязнена интересующим вас веществом, а вклад предприятия весьма незначителен.

При исследовании атмосферного загрязнения интерес представляют не только уровни загрязнения по городу в целом (для этого используются стационарные и маршрутные посты наблюдений, и такую информацию можно получить у государственных структур, занятых в системе мониторинга окружающей среды). Если большой вклад в загрязнение воздуха города вносит какое-то предприятие, следует сконцентрировать внимание на так называемых подфакельных наблюдениях. При этом весьма важно установить направление движения факела, определяемое визуально, и расставить пункты отбора проб. Если дымовой факел не виден, то направление его движения определяется по направлению ветра на

высоте выброса, запаху характерного ингредиента исследуемого источника и по видимым факелам близлежащих источников.

При организации сети наблюдения за уровнем загрязнения воздуха в городах (особенно сети мониторинга источников загрязнения) необходимо иметь в виду, что некоторые низко расположенные (автотранспорт) и даже мелкие (печные трубы жилых домов) источники могут повлиять на локальный уровень загрязнения более существенно, чем высоко расположенные источники (выброс из высоких труб).

Следует особо подчеркнуть, что при планировании мониторинга выбросов или сбросов из известных или потенциальных источников не только количество выбросов, но и их флуктуации во времени имеют большое значение. Необходимо удостовериться, что система наблюдения зафиксирует эти флуктуации (это особенно важно при мониторинге загрязнения атмосферного воздуха, поскольку концентрации загрязняющих веществ в этой среде меняются очень быстро).

После определения мест пробоотбора/наблюдений наступает стадия проведения измерений и наблюдений, включающая полевые операции (измерения, проводимые на месте, пробоотбор, обработка и консервирование проб, идентификация и доставка в лабораторию) и лабораторные измерения/наблюдения (измерение концентраций загрязняющих веществ, использование биотестов в лабораторных условиях и т.п.). Лабораторные анализы и полевые измерения должны проводиться со ссылкой на используемые методики и рекомендации. Контроль качества данных может осуществляться с применением статистических методов, выполнением анализа шифрованных проб и т.д

В ходе мониторинга должен быть обязательно реализован механизм обратной связи, который позволит скорректировать программу, выявить ее слабые места. Так, с учетом конкретных методов и оборудования, интерпретации результатов первых измерений могут быть пересмотрены приоритеты программы. По истечении некоторого времени накапливается материал и для повторной оценки цели программы, ее соответствия доступным ресурсам. При этом обязательными условиями эффективной работы механизма обратной связи являются контроль качества данных и их корректная и грамотная интерпретация. Для конкретных целей или выявления значимости наблюдаемых изменений может

оказаться полезным привлечение экспертов со стороны. На этой же стадии большое внимание следует уделить способам обработки и хранения первичной информации.

На завершающей стадии распространяется информация, полученная на основании выполненной программы контроля, и разрабатываются рекомендации для всех заинтересованных групп и организаций.

В целом программа должна быть научно обоснованной, достаточно гибкой, допускать пересмотр задач и подходов на основе получаемых результатов; давать значимые результаты, т.е. результаты, несущие осмысленную информацию, которую можно интерпретировать; быть экономичной, полностью управляемой и контролируемой с точки зрения материальных и временных ограничений.

Выбор методов и средств измерений параметров источников воздействия и факторов окружающей среды зависит не только от того, за каким компонентом или параметром необходимо вести наблюдения, но и от задач программы в целом. Например, не всегда необходимо привлечение инструментальных методов определения загрязняющих веществ — существуют достаточно простые и информативные приемы, не требующие сложного оборудования и высокой профессиональной подготовки (визуальные методы, некоторые способы биоиндикации и т.п.).

В ряде случаев большое значение имеют методы, позволяющие определять сразу большое число компонентов (например, атомно-эмиссионный и рентгеновский спектральный анализ, хроматография). Роль таких методов возрастает. При прочих равных условиях предпочитают методы прямого анализа, т.е. не связанного с химической подготовкой пробы, однако иногда такая подготовка необходима. Например, предварительное концентрирование исследуемого компонента позволяет определять меньшие его концентрации, устранять трудности, связанные с негомогенным распределением компонента в пробе и отсутствием образцов сравнения. В любом случае важно избежать потерь на этой стадии, поэтому следует отдавать предпочтение методикам, которые требуют минимального количества стадий фильтрования, экстракции, отгонки, переноса из одного сосуда в другой, воздействия высоких температур и т.п. (при этом методика должна быть достаточно чувствительной и селективной для выполнения анализа!).

Стадия пробоотбора представляет собой весьма важный этап организации экологического мониторинга. Прежде всего необходимо обеспечить такие условия, при которых проба отражала бы реальное содержание определяемых компонентов в окружающей среде. При этом большое значение имеет сам объект исследования. Так, состав наиболее подвижной среды – воздуха постоянно меняется, а концентрации примесей невысоки. Поэтому при пробоотборе для аналитических определений требуется прокачивать через поглотители большие объемы воздуха. При изучении водных систем часто имеет смысл уделить первоочередное внимание донным отложениям, накапливающим многие загрязняющие вещества и отражающим долговременную картину загрязнения. Наконец, нужно помнить о том, что для уменьшения случайных погрешностей целесообразно проводить несколько параллельных определений, что ведет к увеличению минимального объема пробы.

Во избежание загрязнений уже на стадии отбора пробы следует принимать специальные меры предосторожности. Такие меры обычно подробно описаны либо в самих методиках, либо в специальных руководствах по анализу, перечень которых приведен в списке литературы. Неаккуратное обращение и неправильное хранение могут привести к изменению состава пробы вследствие фотолитического или термического разложения, химических реакций, микробиологических превращений и т.д.

Документирование результатов – важная составляющая общественного экологического мониторинга. Документировать необходимо все стадии работы, начиная с отбора проб. Особое внимание этому следует уделить, если есть намерение добиться принятия каких-либо административных решений на основе полученных результатов.

Отбор проб обычно оформляется протоколом, который подписывают все его участники. Форма протокола может быть разработана проводящей исследование организацией или заимствована у государственных служб. Если разрабатывается собственная форма, то важно, чтобы из нее не исчезли детали, которые могут оказаться существенными при интерпретации результатов.

Протокол отбора проб должен составляться непосредственно в момент пробоотбора. В конфликтных случаях (особенно при

обращении в суд) протокол, составленный "задним числом", может стать достаточным основанием для признания результатов недействительными.

Результаты лабораторных исследований должны быть записаны в лабораторный журнал. Все первичные результаты (протоколы, рабочие журналы и прочая документация) должны сохраняться в течение всего времени, пока идет работа с полученными результатами.

Целесообразно включать в таблицы данных все полученные результаты, рассчитанные средние величины и отклонения от них, а также дополнительную информацию, необходимую для корректной интерпретации результатов. Это могут быть, например, информация о действующих стандартах, фоновом или реперном значении определяемого параметра, характерный интервал значений параметра по результатам прошлых измерений, необходимые примечания. В тех случаях, когда определение исследуемой величины проводят независимо различными методами, следует внести в таблицу информацию об альтернативных методиках.

Корректно оформленные таблицы результатов не менее важны, чем протоколы пробоотбора и описание источников воздействия, выступающих в качестве причин загрязнения окружающей среды.

Итак, результаты получены и тщательно интерпретированы. Далее они могут быть представлены местным органом охраны окружающей среды, специалистам-экологам, пользующимся авторитетом в регионе, общественности.

Как правило, общественные организации, работающие в области экологического мониторинга, адресуют свои результаты лицам, принимающим решения, специалистам в области охраны природы и широким слоям общественности. Эта обширная аудитория состоит из групп различной степени подготовленности, разного уровня информированности – от узких специалистов в конкретных областях охраны природы до лиц, принимающих решения, от академических ученых, занимающихся глобальными проблемами, до домохозяек, проявляющих интерес к состоянию окружающей среды в своем районе.

В связи с этим, обращаясь к самой широкой и разнообразной аудитории, не следует экономить ресурсы на представлении результатов. Такая "экономия" на практике оборачивается малой эффективностью использования данных, полученных ценой

значительных усилий. Следует готовить информационные материалы нескольких уровней сложности и детализации, адресованных различным типам аудитории. Опыт показывает: для того чтобы информация была воспринята всеми заинтересованными лицами и теми кругами, которым она адресована, обычно необходимо подготовить материалы трех-четырех уровней.

Наиболее полная и подробная информация, естественно, должна содержаться в научно-техническом отчете. Цель отчета – полностью изложить весь процесс исследования, документировать все детали, полностью отразить рассуждения, интерпретацию результатов, выводы и рекомендации. Научно-технический отчет обычно ориентирован на довольно узкий круг специалистов. Этот документ должен быть написан сухим, неэмоциональным языком. Следует, однако, иметь в виду, что в настоящее время существует тенденция к упрощению языка научно-технических работ. Отчет, написанный тяжелым языком, перегруженный специальными терминами, не всегда свидетельствует о сложности тематики.

Хорошо написанный отчет об исследованиях, проведенных в области окружающей среды, обычно имеет аннотацию, в которой излагаются основные результаты проведенных работ, выводы и рекомендации. Естественно, загруженность этого раздела специфической терминологией существенно ниже, чем всего отчета в целом. Эта аннотация может послужить основой для информационных материалов, предназначенных для более широкого круга заинтересованных лиц.

Оформление результатов в виде строгого отчета — первый этап представления результатов, опускать который нельзя. Несмотря на очевидность этого правила, нередко общественные организации просто "забывают" представить полученные данные в виде отчета, а оформляют их в виде разрозненных протоколов отдельных исследований. Иногда оформление результатов ограничивается записями в лабораторных журналах (причем в черновом варианте). Такой подход недопустим. Отчет – это основной документ, которым можно оперировать. От его качества решающим образом зависит возможность использования результатов. Даже если основной целью является публикация результатов в местной газете, нельзя выносить на суд общественности результаты, не имеющие строгого документального подтверждения. Можно использовать отдельные

протоколы, если были проведены разовые измерения, не претендуя на организацию продолжительной программы мониторинга. Причем даже в этом случае помимо собственно протокола измерения необходимо трактовать свои результаты, предложить выводы и рекомендации. Если проводятся регулярные экологические исследования по программе общественного экологического мониторинга, то необходимо регулярно оформлять эти результаты в виде отчетов.

Приступая к подготовке информационных материалов для более широкой аудитории (например, лиц, принимающих решения, и общественности), не следует ограничивать свою работу простым дублированием аннотации, содержащейся в отчете. Для того чтобы полученные информационные материалы пользовались успехом, следует подготовить специальный ("аннотационный") отчет, полностью отражающий все ключевые моменты исследования. В его основу может быть положена аннотация научно-технического отчета, расширенная и дополненная необходимой информацией из других его частей. Из этого отчета можно исключить технические детали и специальные термины, может (и должен) измениться и стиль изложения. Однако ни в коем случае не должна исчезнуть существенная информация, необходимая для подготовки и принятия решений. Так, выводы исследования должны быть воспроизведены полностью. Все существенные детали тоже должны найти отражение в аннотационном отчете (хотя бы в виде упоминания). Фактический материал лучше привести полностью – в виде сводных таблиц. Если эти таблицы слишком громоздкие, можно ограничиться указанием характерных параметров (не только средних, но и экстремальных).

ЛИТЕРАТУРА ПО ТЕМЕ

Охрана окружающей среды: Сборник нормативных правовых актов. Алматы: Юрист, 2003. 201 с.

Недра и природные ресурсы: Сборник законодательных актов. Алматы: Юрист, 2002. 147 с.

Водный кодекс Республики Казахстан. Алматы: Юрист, 2004. 69 с.

Земельный кодекс Республики Казахстан: официальный текст. Алматы: Жеті жарғы, 2003. 256 с.

Надиров Н.К. Нефть и газ Казахстана. В 2-х частях. Алматы: Ғылым, 1995. Ч.1. 319 с.

Указ Президента РК от 1 июля 1995 г., имеющий силу Закона, «О нефти». Алматы, 1995. Гл. 9, ст.48.

Кенжегалиев А., Курмангалиев А. Экологическое состояние нефтегазовых месторождений Западного Казахстана. Алматы: Ғылым, 1998. 84 с.

Методы и средства контроля промышленных выбросов и загрязнения атмосферы и их применение// Труды 1-й Всесоюзной конференции. Обнинск: Московское отделение Гидрометеоиздата, 1988. 275 с.

Исидоров В.А. Органическая химия атмосферы / Под ред. Б.В.Иоффе. Л.: Химия, 1985. 264 с.

Горелов А.А. Экология: Учебное пособие. М: Центр, 200. 240 с.

Пучков И.Ю. и др. Изучение химического загрязнения почв: Методическое пособие /Под общ. ред. Ю.С.Чуйкова. Астрахань: Изд. Нижневолжского центра экол.обр., 2003. 76 с.

Иванов И.В., Глазовский Н.Ф. Геохимический анализ почвенного покрова степей и пустынь. М.: Наука, 1979. 135 с.

Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеоиздат, 1984. 375 с.

Бронштейн Д.Л., Александров Н.Н. Современные средства измерения загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. 327 с.

Инженерная экология: Учебник / Под ред. проф. В.Т. Медведева. М.: Гардарин, 2002. 687 с.

Даукеев С.Ж. и др. Природные ресурсы и экология Казахстана на рубеже XXI века: Информационный экологический бюллетень. Кокшетау, 2000. 124 с.

Никаноров А.М., Хорунджая Т.А. Экология. М.: Приор, 2001. 304 с.

Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД. 52.04.186-89. М., 1991. 319с.

Руководство по химическому составу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 541 с.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде. Л.: Химия, 1975. 407 с.

Охрана окружающей среды /Под ред. С.В. Белова. М.: Высшая школа, 1991. 319 с.

Наидаров В.А. Органическая химия атмосферы. Л.: Химия, 1985. 264 с.

Щицкова А.П. и др. Охрана окружающей среды. М.: Химия, 1980. 174 с.

Сборник методик по определению концентраций загрязняющих веществ в промышленных выбросах. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 270 с.

Чуйков Ю.С. Экологический мониторинг: Учебное пособие. Астрахань: Изд. Нижневолжского центра экол. обр., 2001. 104 с.

Как организовать общественный экологический мониторинг: Руководство для общественных организации/ Васильева Е.А. и др./ Под ред. М.В.Хотулевой. М.: Социально- экологический союз, 1997. 256 с.

Другов Ю.С., Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. СПб.: Аистолия, 2000. 250 с.

Справочное руководство гидрогеолога / Под общей ред. В.М. Максимова.Л.: Гостоптехиздат, 1959. 936 с.

Практикум по почвоведению. Изд.3., перераб./ Под ред. проф. И.С. Кауричева. М.: Колос, 1980. 271 с.

Почвоведение. Изд.3., перераб./ Под ред. проф. И.С. Кауричева.М.: Колос, 1982. 495 с.

Диаров М.Д. Экология и нефтегазовый комплекс. В 5-ти т. Алматы: Ғылым, 2003. Т.3. Береговая зона казахстанской части Каспийского моря. Влияние загрязнения воздушного бассейна на здоровье населения. 389 с.

Кушумбаев А.А. Экологическое право РК. Астана, 2001. 327. с.

Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере: Справочное пособие/ Под ред. Э. Ю. Безуглой, М. Е. Берянда. Л.: Гидрометоиздат, 1983. 328. с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Вещество	ПДК, мг/м³		Класс опасности
	максимальная разовая	среднесуточная	
1	2	3	4
Азота диоксид	0,085	0,04	2
Азотооксид	0,6	0,06	3
Акрилонитрил	–	0,03	2
Акролеин	0,03	0,03	2
Алкилсульфат натрия	0,01	–	4
Аллил хлористый	0,07	0,01	2
Альдегид масляный	0,015	0,015	3
Альфа-3 (действующее начало – дихлоруксусный кальций)	3	0,3	4
Амил бромистый (1-бромпентан)	0,8	–	2
н-Амилацетат	0,1	0,1	4
Амилены (смесь изомеров)	1,5	1,5	4
5/6 Амино-(2-парааминофенил) бензимидазол	–	0,01	3
2-Амино-1,3,5-триметилбензол (мезидин)	0,003	0,003	2
Аммиак	0,2	0,04	4
Амины алифатические C_{15}–C_{20}	0,003	0,003	2
Аммония нитрат (аммиачная селитра)	–	0,3	4
Аммофос (смесь моно- и диаммоний фосфата с примесью сульфата аммония)	2	0,2	4
Ангидрид малеиновый	0,2	0,05	3
Ангидрид уксусный	0,1	0,03	3
Ангидрид фосфорный	0,15	0,05	2
Ангидрид фталевый	0,1	0,1	2
Анилин	0,05	0,03	2
Ацетальдегид	0,01	0,01	3
Ацетон	0,35	0,35	4
Ацетофенол	0,003	0,003	3
Барий углекислый (в пересчете на барий)	–	0,004	1
Белок пыли белково-витаминного концентрата (БВК)	–	0,001	2
Бенз(а)пирен	–	0,1 мкг/100м³	1
Бензин (нефтяной, малосернистый, в пересчете на углерод)	5	1,5	4
Бензин сланцевый (в пересчете на углерод)	0,05	0,05	4

Продолжение приложения 1

1	2	3	4
Бактериальный инсектицидный препарат (БИП) (действующее начало- спорово-кристаллический комплекс бациллус, турингиензис, вариант каузиказикус)	–	$1,5 \cdot 10^5$ микробных тел/м³(0,005мг/м³)	2
Битоксибациллин	–	$4,5 \cdot 10^4$ микробных тел/м³ (0,0015 мг/м³)	2
Борат кальция	–	0,02	3
Бром	–	0,04	2
О-Броманизол	1	–	4
Бромбензол	–	0,03	2
Бромоводород	1	0,1	3
О-Бромфенол	0,13	0,03	2
П-Бромфенол	0,13	0,03	2
Бутан	200	–	4
1,3-Бутадиен (дивинил)	3	1	4
Бутил бромистый (1- бромбутан)	0,7	–	2
Бутилацетат	0,1	0,1	4
Бутилен	3	3	4
Бутиловый эфир акриловой кислоты (бутилакрилат)	0,0075	–	2
2- Бутилтиобензтиазол (бутилкаптакс)	0,015	–	3
Ванадия (V) оксид	–	0,002	1
Взвешенные вещества , для которых устанавливаются соответствующие ПДК	0,5	0,15	3
Винилацетат	0,15	0,15	3
Вольфрамат натрия (в пересчете на вольфрам)	–	0,1	3
Гексаметилдиамин	0,001	0,001	2
Гексаметиленимин	0,1	0,02	2
Гексаметиленимин м- нитробензоат (ингибитор коррозии Г-2)	0,02	–	3
Гексан	60	–	4
Гексафторбензол 1,2,3,4,7,7-гексахлорбицикло- (2,2,1)- гептен-2-5,6- бис (оксиметил) сульфит (тиодан)	0,8 0,017	0,1 0,017	2 2
Гексахлорциклогексан (гексахлоран)	0,03	0,03	1
Гексен	0,4	0,085	3

Продолжение приложения 1

1	2	3	4
Гексил бромистый (1-бромгексан)	1	–	2
Гептен	0,035	0,065	3
Гептил бромистый (1- бромгексан)	1	–	2
Германия (IV) оксид (в пересчете на германий)	–	0,04	3
Гидроперекись изопропилбензола (гидроперекись кумола)	0,007	0,007	2
Денбробациллин	–	$3 \cdot 10^4$ микробных тел/м^3	2
Децил бромистый (1- бромдекан)	1	–	2
Диамид угольной кислоты (карбамид, мочевина)	–	0,2	4
4,4 -Диаминодифенилсульфон	–	0,05	3
п-Дибробензол	0,2	–	2
1,1-Дигидроперфторгептиловый эфир акриловой кислоты	0,5	–	3
Дикетен	0,007	–	2
1,3- Ди- (2,4-ксилимино)-2 метил-2-азопропан (митак)	0,1	0,01	3
Диметиламин	0,05	0,005	2
Диметиланилин	0,0055	0,0055	2
N ,N - Диметилацетамид	0,2	0,006	2
О,О –Диметил-S- (1,2-бис-чарьэтоксиэтилдитиофосфат) (карбофос)	0,015	–	2
Диметилвинилкарбинол	1	–	3
4,4- Диметилдиоксан-1,3	0,01	0,004	2
Диметилдисульфат	0,7	–	4
О, О- Диметил-S- (N-метилкарбамидометил) дитиофосфат (фосфамид, рогор)	0,003	0,003	2
О, О-Диметил- S- 2- (1- N-метилкарбомоилэтилтиоэтилфосфат) (кильвал)	0,01	0,01	2
О,О- Диметил- S- (N-метил- N-формилкарбомоилметил) дитиофосфат (антио)	0,01	0,01	3
О,О- (4-нитрофенил) тиофосфат (метафос)	0,008	–	1
О,О-Диметил-(1-окси-2,2,2-трихлорэтил) фосфонат (хлорофас)	0,04	0,02	2
Диметилсульфит	0,08	–	4
Диметилформамид	0,03	0,03	2
О,О-Диметил-S-этилмеркаптоэтилдитиофосфат (М-81,экатин)	0,001	0,001	1

Продолжение приложения 1

1	2	3	4
Диметиловый эфир терефталевой кислоты	0,05	0,01	2
2,6-Диметилфенол (2,6-ксиленол)	0,02	0,01	3
Динил (смесь 25% дифенила и 75% дифенилоксида)	0,01	0,01	3
Дифторхлорметан (фреон-22)	100	10	4
3,4- Дихлоранилин	0,01	0,01	2
4,4-Дихлордифенилсульфон	–	0,1	3
4,4-Дихлордифенилтрихлорметилкарбинол (кельтан)	0,2	0,02	2
Дихлордифторметан (фреон-12)	100	10	4
2,3-Дихлор- 1,4-нафтахинон (дихлон)	0,05	0,05	2
1,2-Дихлорпропан	–	0,18	3
2,3-Дихлорпропен	0,2	0,06	3
1,3-Дихлорпропилен	0,1	0,01	2
Дихлорфторметан (фреон-21)	100	10	4
Дихлорэтан	3	1	2
Дициклогексиламина малорастворимая соль (ингибитор коррозии МСДА)	0,008	–	2
Дициклогексиламина нитрит (ингибитор коррозии НДА)	0,02	–	2
Диэтиламин	0,05	0,05	4
ß-Диэтиламиноэтилмеркаптан	0,6	0,6	2
О,О- Диэтил-О-(2 изопропил-4-метил-6-пиримидил) тиофосфат (базудин)	0,01	0,01	2
Диэтиловый эфир	1	0,06	4
Диэтилртуть (в пересчете на ртуть)	–	0,0003	1
О,о-Диэтил-S-(хлорбензоксазонилин-3-метил) дитиофосфат (фозалон)	0,01	0,01	2
Железа оксид (в пересчете на железо)	–	0,04	3
Железа сульфат (в пересчете на железо)	–	0,007	3
Железа хлорид (в пересчете на железо)	–	0,004	2
Изоамил бромистый (1-бром-3-метилбутан)	0,8	–	2
Изобутенилкарбинол	0,075	–	4
Изобутил бромистый (1-бром-3-метилпропан)	0,7	–	2
Изопропил бромистый (2 - бромпропан)	0,6	–	2

Продолжение приложения 1

1	2	3	4
Изопропилбензол (кумол)	0,014	0,014	4
Иод	–	0,03	2
Изопропил-2-(1-метил-*н*- пропил)-4,6-динитрофенилкарбонат (акрекс)	0,02	0,002	2
Ингибитор древесно-смоляной прямой гонки (ИДСПГ); контроль по фенолу	0,006	0,006	3
Кадмия оксид (в пересчете на кадмий)	–	0,001	2
Капролактам (пары, аэрозоль)	0,06	0,06	3
Карбонат циклогексиламина (КЦА)	0,07	–	3
Кислота азотная по молекуле HNO_3	0,4	0,15	2
Кислота борная	–	0,02	3
Кислота валериановая	0,03	0,01	3
Кислота капроновая	0,01	0,005	3
Кислота масляная	0,015	0,01	3
Кислота перфторвалериановая	0,1	–	3
Кислота пропионовая	0,015	–	3
Кислота серная по молекуле H_2SO_4	0,3	0,1	2
Кислота терефталевая	0,01	0,001	1
Кислота уксусная	0,2	0,06	3
Кобальт металлический	–	0,001	1
Кобальт сернокислый (в пересчете на кобальт)	–	0,001	2
Ксилол	0,2	0,2	3
Магния оксид	0,4	0,05	3
Магния хлорат	–	0,3	4
Марганец и его соединения (в пересчете на оксид марганца)	0,01	0,001	2
Меди оксид (в пересчете на медь)	–	0,002	2
Меди хлорид (в пересчете на медь)	–	0,002	2
Мелиорант	0,5	0,05	4
2-Меркаптоэтанол (монотиоэтиленгликоль)	0,07	0,07	3
Метальдегид (ацетальдегид тетрамер)	0,003	0,003	2
Металацетат	0,07	0,07	4
Метил-1-(бутилкарбомоил)-2-(бензимидазол-карбомат (узген)	0,35	0,05	3
4-Метил-5,6-дигидропиран	1,2	–	2
Метилен хлористый	8,8	–	4
4-Метилентетрагидропиран	1,5	–	3
Метилмеркаптан	$9 \cdot 10^{-6}$	–	2
α-Метилстирол	0,04	0,04	3
Метиловый эфир акриловый кислоты (метилакрилат)	0,01	0,01	4

Продолжение приложения 1

1	2	3	4
Метиловый эфир метакриловый кислоты (метилметакрилат)	0,1	0,01	3
Метионин	0,6	–	3
Мильбекс (смесь: 1,1-бис-4-хлорфенилэтанол и п-хлорфенил-2,4,5- трихлорфенилазосульфид)	0,2	0,1	3
Моноизобутиловый эфир этиленгликоля (бутилцеллозольв)	1	0,3	3
Моноизопропиловый эфир этиленгликоля (пропилцеллозольв)	1,5	0,5	3
Монометиламин	0,004	0,001	2
Монометиланилин	0,04	0,04	3
Монохлорпентафторбензол	0,6	0,1	3
Моноэтиламин	0,01	0,01	3
Мышьяк, неорганические соединения (в пересчете на мышьяк)	–	0,003	2
Нафталин	0,003	0,003	4
В- Нафтол	0,006	0,003	2
α- Нафтахинон	0,005	0,005	1
Никель, растворимые соли (в пересчете на никель)	–	0,0002	1
Никель металлический	–	0,001	2
Никеля оксид (в пересчете на никель)	–	0,001	2
Нитробензол	0,008	0,008	2
м- Нитробромбензол	0,12	0,01	2
м- Нитрохлорбензол	0,004	0,004	2
о- Нитрохлорбензол	0,004	0,004	2
п-Нитрохлорбензол	0,004	0,004	2
3-Нитро-4-хлорбензотрифторорид	0,005	–	3
Озон	0,16	0,03	1
Окситетрациклин	0,01	–	2
Окситетрациклина хлоралгидрат	0,01	–	2
Октафтортолуол	1,3	–	4
Окситетрациклина хлоралгидрат	0,01	–	2
Октафтортолуол	1,3	–	4
Олова хлорид (в пересчете на олово)	0,5	0,05	3
Парамодибдат аммония (в пересчете на молибден)	–	0,1	3
Пенициллин	0,05	0,0025	3
Пентан	100	25	4
Пентафторбензол	1,2	0,01	3
Пентафторфенол	0,8	–	4
Перфторгептан	90	–	4
Перфтороктан	90	–	4

Продолжение приложения 1

1	2	3	4
Пиридин	0,08	0,08	2
Полихлорпинен (смесь хлорированных бициклических соединений)	0,005	0,005	2
Пропил бромистый (1,1-бромпропан)	0,6	–	2
Пропилен	3	3	3
Пропилена оксид	0,8	–	1
Пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния: выше 70% (динас и др.) 70–20% (шамот, цемент и др.) ниже 20% (доломит и др.)	0,15 0,3 0,5		
Пыль хлопковая	0,5	0,05	3
Растворитель ацетатно-кожевенный (АКР) (по этанолу)	0,5	–	3
Растворитель бутилформиатный (БЭФ) (по сумме ацетатов)	0,3	–	3
Растворитель древесно-спиртовой марки А (ацетонэфирный); контроль по ацетону	0,12	0,12	4
Растворитель древесно-спиртовой марки Э (эфирноацетоновый); контроль по ацетону	0,07	0,07	4
Растворитель мебельный (АРМ-3); контроль по толуолу	0,09	0,09	3
Ртути ацетат (в пересчете на ртуть)	–	0,0003	1
Ртути иодид (в пересчете на ртуть)	–	0,0003	1
Ртуть металлическая	–	0,0003	1
Ртути оксид красный (в пересчете на ртуть)	–	0,0003	1
Ртути оксид желтый (в пересчете на ртуть)	–	0,0003	1
Ртути (II) хлорид (в пересчете на ртуть) (сулема)	–	0,0003	1
Ртуть азотнокислая закисная водная (в пересчете на ртуть)	–	0,0003	1
Ртуть азотнокислая окисная водная (в пересчете на ртуть)	–	0,0003	1
Ртуть амидохлорная (в пересчете на ртуть)	–	0,0003	1
Сажа	0,15	0,05	3
Свинец и его соединения, кроме тетраэтилсвинца (в пересчете на свинец)	–	0,0003	1

Продолжение приложения 1

1	2	3	4
Свинец сернистый (в пересчете на свинец)	–	0,0017	1
Селена диоксид (в пересчете на селен)	0,1 мкг/м^3	0,05 мкг/м^3	1
Сероводород	0,008	–	2
Сероуглерод	0,03	0,005	2
Синтетические моющие средства типа «Кристалл» на основе алкилсульфата натрия; контроль по алкилсульфату натрия	0,04	0,01	2
Скипидар	2	1	4
Спирт амиловый	0,01	0,01	3
Спирт бензиловый	0,16	–	4
Спирт бутиловый	0,1	0,1	3
Спирт 1,1-дигидроперфторамиловый	0,3	–	3
Спирт 1,1-дигидроперфторгептиловый	0,1	–	3
Спирт изобутиловый	0,1	0,1	4
Спирт изооктиловый (2-этилгексанол)	0,15	0,15	4
Спирт изокротиловый	0,6	0,6	3
Спирт метиловый	1	0,5	3
Спирт пропиловый	0,3	0,3	3
Спирт этиловый	5	5	4
Стирол	0,04	0,002	2
Теллура диоксид (в пересчете на теллур)	–	0,5 мг/м^3	1
Термостойкая прядильная эмульсия (Тепрем); контроль по сумме альдегидов, оксид этилена	0,002	–	3
Тетрагидрофуран	0,2	0,2	4
Тетрафторэтилен	6	0,5	4
3-Тетрафторэтоксифенилмочевина (томилон, тетрафлурон)	0,6	0,06	3
Тетрахлорпропен	0,07	0,04	2
1,1,2,2- Тетрахлорэтан	0,06	–	4
Тетрахлорэтилен (перхлорэтилен)	0,5	0,06	2
Тетрациклин	0,01	0,006	2
1,2,3-Тиадиазонил-5- N-фенилмочевина (дропп)	0,5	0,2	4
Тиофен (тиофуран)	0,6	–	4
Толуилендиизоцианит	0,05	0,02	1
Толуол	0,6	0,6	3
Трибромметан (бромформ)	–	0,05	3

Продолжение приложения 1

1	2	3	4
S,S,S-Трибутилтритиофосфат (бутифос)	0,01	0,01	2
1,1,5-Тригидрооктафторпентанол (ТС-*п*-2)	1	0,05	4
1,1,3-Тригидротетрафторпропанол, (ТС-*п*-1)	1	0,05	4
Трикрезол (смесь изомеров: орто-, мета-, лара-)	0,005	0,005	2
N-(3-трифторметилфенил)-N, N-диметилмочевина (которан)	-	0,05	3
Трихлорметан (хлороформ)	–	0,03	2
1,2,3- Трихлорпропан	–	0,05	3
Трихлорфторметан (фреон-11)	100	10	4
1,1,1-Трихлорэтан (метилхлороформ)	2	0,2	4
Трихлорэтилен	4	1	3
Триэтиламин	0,14	0,14	3
Углерода оксид	5	3	4
Углерода тетрахлорид	4	0,7	2
Фенол	0,01	0,003	2
Фенолы сланцевые	0,007	–	3
Феррит бариевый (в пересчете на барий)	–	0,004	3
Феррит марганец-цинковый (в пересчете на марганец)	–	0,002	2
Феррит никель-цинковый (в пересчете на цинк)	–	0,003	2
Флюс канифольный активированный (ФКТ); контроль по канифоли	0,3	0,3	4
Формальдегид	0,035	0,003	2
Фтористые соединения (в пересчете на фтор): газообразные соединения (фтористый водород, тетрахлорид кремния) хорошо растворимые неорганические фториды (фторид алюминия, фторид кальция, гексафторалюминат натрия)	0,02 0,03 0,2	0,005 0,01 0,03	2 2 2
Фурфурол	0,05	0,05	3
Хлор	0,1	0,03	2
м- Хлоранилин	0,01	0,01	1
п- Хлоранилин	0,04	0,01	2
Хлорбензол	0,1	0,1	3
п-Хлорбензотрифторид	0,1	–	3

Окончание приложения 1

1	2	3	4
Хлорводород	0,2	0,2	2
Хлоропрен	0,02	0,002	2
Хлоротетрациклина (кормовой)	0,05	0,05	2
м-Хлорфенилизоцианат	0,005	0,005	2
п-Хлорфенилизоцианат	0,0015	0,0015	2
2-Хлорциклогексилтио-N-фталамид (хлор ЦТФ)	3,5	0,35	4
Хром шестивалентный (в пересчете на оксид хрома (IV))	0,0015	0,0015	1
Циановодород	–	0	1
Циклогексан	1,4	1,4	4
Циклогексанол	0,06	0,06	3
Циклогексанон	0,04	–	3
Циклогексаноноксим	0,1	–	3
N-Циклогексилтиофталамид (ЦТФ)	0,3	–	4
Цинка оксид (в пересчете на цинк)	–	0,05	3
Эпихлоргидрин	0,2	0,2	2
Этил хлористый	–	0,2	4
Этилацетат	0,1	0,1	4
Этилбензол	0,02	0,05	3
Этилен	3	3	3
Этилена оксид	0,3	0,3	2
Этиленимин	0,001	0,001	1
Этиленсульфид	0,5	–	1
О-Этил-О-4-(метилтио) фенилпропилдитиофосфат (болстар)	0,01	–	3

* *Примечание к приложению 1.* При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих суммарным действием, сумма их концентраций не должна превышать 1.

Эффектом суммации обладают:

1) ацетон, акролеин, фталевый ангидрид;
2) ацетон, фенол;
3) ацетон и ацетофенон;
4) ацетон, фурфурол, формальдегид и фенол;
5) ацетальдегид и винилацетат;
6) аэрозоли оксид ванадия (V) и оксиды марганца;
7) аэрозоли оксид ванадия (V) и оксиды серы;
8) аэрозоли оксид ванадия (V) и оксид хрома;
9) бензол и ацетофенон;

10) валериановая, капроновая и масляная кислоты;
11) вольфрамовый и сернистый ангидриды;
12) гексахлоран и фазолон;
13) 2,3-дихлор и 1,4-нафтахинон;
14) 1,2-дихлорпропан, 1,2,3-трихлорпропан и тетрахлорэтилен;
15) изопропилбензол и гидроперекись изопропилбензола;
16) изобутенилкарбинол и диметилвинилкарбинол;
17) метилдигидропиран и метилентетрагидропиран;
18) триоксид мышьяка и свинца ацетат;
19) триоксид мышьяка и германий;
20) озон, диоксид азота и формальдегид;
21) оксид углерода, диоксид азота, формальдегид, гексан;
22) пропионовая кислота и пропионовый альдегид;
23) диоксид серы и аэрозоль серной кислоты;
24) диоксид серы и никель металлический;
25) диоксид серы и сероводород;
26) диоксид серы и диоксид азота;
27) диоксид серы, оксид углерода, фенол и пыль конверторного производства;
28) диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота и фенол;
29) диоксид серы и фенол;
30) диоксид серы и фтороводород;
31) оксид и диоксид серы, аммиак и оксид азота;
32) сероводород и динил;
33) сильные минеральные кислоты (серная, соляная и азотная);
34) углерода оксид и пыль цементного производства;
35) уксусная кислота и уксусный ангидрид;
36) фенол и ацетофенол;

Приложение 2

Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ в водных объектах

Ингредиент	Водные объекты хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения		Водные объекты рыбохозяйственного назначения	
	ЛПВ*, мг/л	ПДК, мг/л	ЛПВ, мг/л	ПДК, мг/л
1	2	3	4	5
Алкилсульфонаты	Органолептический	0,5	–	–
Акриловая кислота	Санитарно-токсикологический	0,5	–	–
Анизол	То же	0,05	–	–
Анилин	«	0,1	Токсикологический	0,0001
Аммиак	Общесанитарный	2,0	То же	0,05
Ацетон	То же 0,05	–	–	
Ацетальдегид	Органолептический	0,2	–	–
Ацетофенон	Санитарно-токсикологический	0,1	–	–
Бензол	То же	0,5	Токсикологический	0,5
Бериллий	«	0,002	–	–
Бром	«	0,2	–	–
Барий	Органолептический	4,0	–	–
Бутиловый спирт	То же	1,0	Токсикологический	0,03
Ванадий	Санитарно-токсикологический	0,1	–	–
Винилацетат	То же	0,2	–	–
Гексахлоран	Органолептический	0,02	Токсикологический	Недопустим
Гексанат	Санитарно-токсикологический	5,0	–	–
Гексахлорбензол	То же	0,05	–	–
Висмут	«	0,5	–	–
Дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ)	«	0,1	Токсикологический	Недопустим 0,005
Диметиламин	«	0,1	То же	–
Диметилсульфид	Органолептический	0,04	–	–

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5
Дихлорэтан	То же	2,0	–	Отсутствие
Диметилдихлорвинил-фосфат (ДДВФ)	«	1,0	Токсикологический	
Дихлорфенол	«	0,002	–	–
Железо	«	0,5	–	–
Кадмий	Санитарно-токсикологический	0,01	Токсикологический	0,005
Кобальт	То же	1,0	То же	0,01
Капролактам	Общесанитарный	1,0	–	–
Керосин	Органолептический	0,1	–	–
Карбофос	То же	0,03	Токсикологический	0,05
Медь	«	1,0	–	–
Мышьяк	Санитарно-токсикологический	0,05	Токсикологический	0,05
Метанол	То же	3,0	То же	0,1
Метилацетат	Органолептический	0,1	–	–
Молибден	Общесанитарный	0,5	–	–
Метилмеркаптан	Органолептический	0,0002	–	–
Нитраты (по азоту)	Общесанитарный	10,0	–	–
Нафталин	–	–	Токсикологический	0,004
Нефть многосернистая	Органолептическая	0,1	Рыбохозяйственный	0,05
Никель	Санитарно-токсикологический	0,1	Токсикологический	0,01
Пиридин	То же	0,2	То же	0,003
Пропиловый спирт	Органолептический	0,25	–	–
Полихлорпинен	Санитарно-токсикологический	0,2	Токсикологический	Отсутствие
Пентахлорфенолят терпеномалеинового	То же	1,0	То же	0,0005

Окончание приложения 2

1	2	3	4	5
ОП-7	Органолептический	0,4	«	0,3
Ртуть	Общесанитарный	0,05	–	–
Свинец	То же	0,1	Общесанитарный	0,1
Селен	Общесанитарный	0,001	–	–
Сурьма	То же	0,05	–	–
Стирол	Органолептический	0,1	Органолептический	0,1
Силикат натрия (по SiO_3)	Санитарно-токсикологический	50,0	–	–
Стронций	То же	2,0	–	–
Сероуглерод	Органолептический	1,0	Токсикологический	1,0
Сульфиды	Общесанитарный	Отсутствие	–	–
Теллур	Санитарно-токсикологический	0,01	–	–
Фенол	Органолептический	0,001	Рыбохозяйственный	0,001
Формальдегид	Общесанитар-ный	0,05	–	–
Фреоны	То же	10,0	–	–
Фтор	Санитарно-токсоколо-гический	1,5	Токсикологический	0,05
Хлор активный	Общесанитарный	Отсутствие	–	–
Хром	Оранолептический	0,1	Санитарно-токсикологический	0,001
Цианиды	Санитарно-токсоколо-гический	1,0	Токсокологический	1,0
Цинк	Общесанитарный	1,0	То же	0,1

*ЛПВ – лимитирующий показатель вредности, отражающий приоритетность тре-бований к качеству воды.

Примечание к приложению 2. Общий список ингредиентов, концентрации которых ограничива-ются в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, к настоящему времени составляет 640 наименований, а рыбохозяйственного назначения – 147.

Приложение 3

Предельно допустимые концентрации химических веществ в почвах

Элементы химического вещества	Класс опасности	Величина ПДК мг/кг почвы
Валовые формы		
Ванадий	3	150
Марганец	3	1500
Марганец + ванадий	3	1000+100
Мышьяк	1	2,0
Медь	2	23
Олово		4,5
Ртуть	1	2,1
Свинец	1	32
Сурьма	2	4,5
Хром (+3)	2	90
Сернистые соединения*		160
Сероводород		0,4
Нитраты		130
Водорастворимая форма		
Фтор	1	10
Подвижные формы**		
Свинец	1	6
Никель	2	4
Хром	2	6
Медь	2	3
Цинк	1	23
Кобальт	2	5
Марганец для черноземов для дерново-подзолистых почв	3	700
при pH 4,0		300
pH 5,1 – 6,0		400
pH >6,0		500
Фтор	1	2,8

* - В пересчете на серу.

**- Подвижные формы меди, никеля и цинка извлекают из почвы аммонийно-ацетатным буферным раствором с pH 4,8; кобальта – аммонийно-натриевым буферным раствором с pH 3,5 для сероземов и pH 4,7 для дерново-подзолистых почв.

Приложение 4

Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК)

Вещество	ПДК, мг/кг воздушно-сухой почвы	Лимитирующий показатель
1	2	3
Альфаметилстирол	0,5	Миграционно-воздушный
Ацетальдегид	10,0	То же
Бенз(а)пирен*	0,02 (валовое содержание)	Общесанитарный
Бензол	0,3	Миграционно-воздушный
Ванадий	150,0	Общесанитарный
Изопропилбензол	0,5	Миграционно-воздушный
Изопропилбензол+ альфаметилстирол	0,5	То же
Кобальт*	5,0	Общесанитарный
Ксилолы (орто, мета, пара)*	0,3	Транслокационный
Марганец	1500	Общесанитарный
Марганец + ванадий	1000+100	«
Медь	3,0 (подвижная форма, извлекаемая ацетатно-аммонийным буферным р-ром pH 4,8)	«
Мышьяк*	2,0 (валовое содержание)	Транслокационный
Никель	4,0 (подвижная форма, извлекаемая ацетатно-аммонийным буферным р-ром pH 4,8)	Общесанитарный
Нитраты	130,0	Миграционно-водный
Отходы флотации угля (ОФУ)	3000,0 (валовое содержание)	Миграционно-водный и общесанитарный
Ртуть*	2,1	Транслокационный
Свинец*	32,0 (валовое содержание)	Общесанитарный

Продолжение приложения 4

1	2	3
Свинец + ртуть*	20,0 + 1,0 (валовое содержание)	Транслокационный
Сера элементарная*	160,0 (валовое содержание)	Общесанитарный
Сероводород*	0,4 (валовое содержание)	Миграционно-воздушный
Серная кислота*	160,0 (валовое содержание)	Общесанитарный
Стирол*	0,1 (валовое содержание)	Миграционно-воздушный
Суперфосфат	200,0	Транслокационный
Сурьма	4,5 (валовое содержание)	Миграционно-водный
Толуол	0,3	Миграционно-воздушный и транслокационный
Формальдегид*	7,0 (валовое содержание)	Миграционно-воздушный
Фтор*	2,8 (подвижная форма извлекается из почвы с pH не более 6,5 0,006 М HCl, с pH более 6,5 0,03 М K420SO440)	Транслокационный
Фтор*	10,0 (водорастворимая форма)	«
Хлорат магния**	1,0	Миграционно-водный
Хлористый калий*	560,0 (валовое содержание)	То же
Хром*	6,0	Общесанитарный
Хром$^{+6}$	0,05	«
Цинк	23,0	Транслокационный

Окончание приложения 4

1	2	3
ЖКУ (жидкие комплексные удобрения состава N : P : K =10:34,0 ТУ 6-08-290-74 с добавками марганца не более 6% от общей массы. ПДК ЖКУ контролируется по содержанию подвижных фосфатов в почве, которое не должно превышать 27,2 мг/кг абсолютно сухой почвы):	120,0	миграционно-водный

* Подвижная форма кобальта извлекается из почвы ацетатно-натриевым буферным раствором с pH 3,5 и pH 4,7 для сероземов и ацетатно- аммонийным буферным рас-твором с pH 4,8 для остальных типов почв.



Н. К. Надиров

ТЕНГИЗ – МОРЕ НЕФТИ, МОРЕ ПРОБЛЕМ

(Алматы, 2003. 266 с.)

В книге освещены этапы научно-технической и социально-экономической истории разведки и освоения Тенгизского нефтегазового месторождения. Детально изложены геология, физико-химические характеристики сырья этого уникального месторождения, способы его подготовки, транспортировки и переработки.

В 2003 г. исполнилось 10 лет с момента заключения долгосрочного контракта на разработку Тенгизского нефтегазового месторождения, подписанного 6 апреля 1993 г. президентом РК Н.А. Назарбаевым и председателем правления американской компании Chevron Overseas Petroleum – Кеннетом Дерром. Контракт рассчитан на 40 лет. Эта дата стала днем рождения крупнейшей в республике нефтяной компании – "Тенгизшевройл".

В книге показан вклад СП "Тенгизшевройл" в экономику Казахстана с момента образования до сегодняшних дней: уникальное преобразование региона, открытие новых месторождений, развитие сети образовательных, социальных и культурно-просветительных центров.

Особое внимание уделено современному состоянию природной среды тенгизского региона и кадрам – главному богатству СП "Тенгизшевройл".

Впереди целая эпоха, на протяжении которой предстоит как можно разумнее и полнее использовать богатства казахстанского нефтегиганта – Тенгиза, открытого в очень сложных геофизических, климатических, технических и экономических условиях усилиями самоотверженного труда ряда поколений казахстанских нефтяников.

Книга рассчитана на широкий круг читателей.

Книгу можно заказать по адресу: *480100, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 80, к.401. Тел. 8 (3272) 913171. Тел./факс: 917364. E-mail: neftgas@inbox.ru.*