

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Кафедра общей и биоорганической химии

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Методические указания

Ярославль 2004

ББК Б1я73
Э 40
УДК 504:001:8

Составители: **В.Ю. Орлов, Н.С. Швыркова, А.Д. Котов**

Экологический мониторинг: Метод. указания / Сост. В.Ю. Орлов, Н.С. Швыркова, А.Д. Котов; Яросл. гос. ун-т. Ярославль, 2004. 36 с.

Методические указания предназначены для студентов 4-го курса, обучающихся по специальности 013100 Экология и направлению 511100 Экология и природопользование (дисциплина «Экологический мониторинг, мониторинг окружающей среды и методы контроля», блок ОПД), очной формы обучения.

Библиогр.: 8 назв.

Рецензент – кафедра общей и биоорганической химии Ярославского государственного университета.

© Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова,
2004

© В.Ю. Орлов, Н.С. Швыркова, А.Д. Котов, 2004

Введение

В последние десятилетия общество все шире использует в своей деятельности сведения о состоянии природной среды. Эта информация нужна в повседневной жизни людей, при ведении хозяйства, в строительстве, при чрезвычайных обстоятельствах — для оповещения о надвигающихся опасных явлениях природы.

В различных видах научной и практической деятельности человека издавна применяется *метод наблюдения* — способ познания, основанный на относительно длительном, целенаправленном и планомерном восприятии предметов и явлений окружающей действительности. Блестящие образцы организации наблюдений за природной средой описаны еще в первом веке нашей эры в «Естественной истории» Гая Секунда Плиния (старшего). Тридцать семь томов, содержащих сведения по астрономии, физике, географии, зоологии, ботанике, сельскому хозяйству, медицине, истории служили наиболее полной энциклопедией знаний до эпохи средневековья.

1. Определение экологического мониторинга

Для определения системы регулярных и целенаправленных наблюдений за одним и более элементами окружающей природной среды в пространстве и времени возник термин *мониторинг*. Этот термин появился незадолго до конференции ООН по окружающей среде в Стокгольме в 1972 году. Первые предложения были сформулированы экспертами комиссии SCOPE (Научный комитет по проблемам окружающей среды) в 1971 году. В то время дискуссии в основном велись вокруг мониторинга загрязнений, основная задача которого была сформулирована как *«наблюдение за источниками и уровнем загрязнений окружающей среды на фоне естественных флуктуаций»*.

Одно из ранних определений мониторинга было дано в 1982 году (в настоящее время оно является официальным в Канаде):

«Мониторинг – это процесс повторяющихся наблюдений одного или более элементов и показателей окружающей среды в соответствии с предварительно установленными графиками в пространстве и

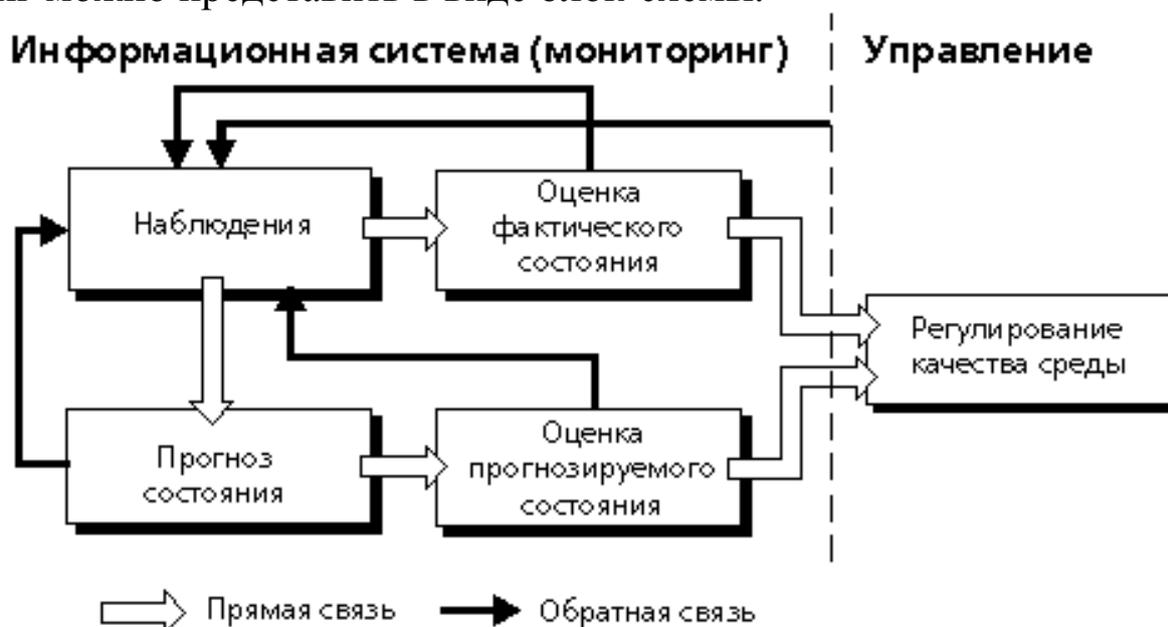
во времени с использованием сравнимых методов экологического обследования и сбора данных».

В 1992 году проходило российско-американское совещание по глобальному мониторингу, на котором было принято следующее определение мониторинга:

«Система мониторинга есть процесс одновременного сбора информации об изменении состояния биоты (включая человека) и окружающей среды, а также процесс обработки информации и представление ее в виде модели феноменологической или математической, которая необходима и достаточна для принятия решения с целью минимизации экологического риска и опасности для биоты». В этом определении появляется понятие *модели и цели* мониторинга, но ничего не сказано о программе наблюдений и используемых методах.

В 1995 году в Государственном докладе «О состоянии окружающей среды в РФ» экологический мониторинг определен как «комплекс выполняемых по научно обоснованным программам наблюдений, оценок, прогнозов и разрабатываемых на их основе рекомендаций и вариантов управленческих решений, необходимых и достаточных для обеспечения управления состоянием окружающей природной среды и экологической безопасностью».

В соответствии с возложенными на систему функциями мониторинг можно представить в виде блок-схемы.



Мониторинг включает *три основных направления деятельности*:

- **наблюдение** за источниками и факторами воздействия, состоянием биоты и окружающей среды;
- **прогноз** состояние окружающей среды;
- **оценка** фактического и прогнозируемого состояния среды с помощью специально разработанных критериев (например, ПДК).

Блоки **прогноз** и **оценка** имеют обратную связь с блоком **наблюдение**.

Система мониторинга – это **информационная система**. Она не включает деятельность по управлению качеством среды, но является источником необходимых для принятия экологически значимых решений. Система управления также может изменять программу наблюдений в соответствии с принятым решением.

В общем случае система экологического мониторинга при **наблюдении** должна накапливать, систематизировать и анализировать следующую информацию:

- об источниках и факторах антропогенного воздействия;
- о природных воздействиях, если они вносят существенный вклад в изменение состояния окружающей среды;
- о естественных или фоновых изменениях в данной ландшафтной зоне;
- о состоянии элементов биосферы.

Источники антропогенного загрязнения – это все виды производства, транспорт, утилизация отходов (как промышленных, так и бытовых), радиотехнические объекты и связь, сельское хозяйство, военно-промышленный комплекс, а также техногенные аварии.

К **факторам антропогенного воздействия** относятся: химические загрязнения, физические воздействия (шум, вибрация, электромагнитные поля, различного вида излучение), отдельно выделенные радиоактивные, а также биологические загрязнения (бактериологическое оружие, опасные для жизни вирусы, фаунистические вредители и др.). Сюда же относятся и антропогенные ландшафтные процессы.

К **природным локальным воздействиям** относят ураганы, наводнения, землетрясения и т.д.

Для измерения масштабов и скорости происходящих антропогенных изменений надо иметь данные о естественном природном статусе данной территории (географическое положение, ландшафтные особенности местности, метеорологические условия).

Чтобы выявить долю антропогенного воздействия, надо иметь данные о естественных или фоновых изменениях в данной ландшафтной зоне, т.е. найти чистые зоны, удаленные от промышленных центров.

Негативные воздействия на окружающую среду и ее изменение создают биологическую опасность для живого мира данной территории. Надо оценить эту опасность, т.е. проследить изменения индивидуальные, популяционные, происходящие во флоре, фауне и с человеком. Для оценки воздействия окружающей среды на человека важен медико-биологический статус данной территории (т.е. изначальный уровень здоровья населения, уровень медицинских услуг), а также учет социальных факторов. Ведь «придавленный» человек, т.е. находящийся на низшей социальной ступени, - уже больной человек, у него понижена устойчивость к дополнительным нагрузкам.

Необходимо также учитывать и глобальные климатические изменения, например глобальное потепление, уменьшение озонового слоя и как следствие - увеличение коротковолновой части ультрафиолетового света.

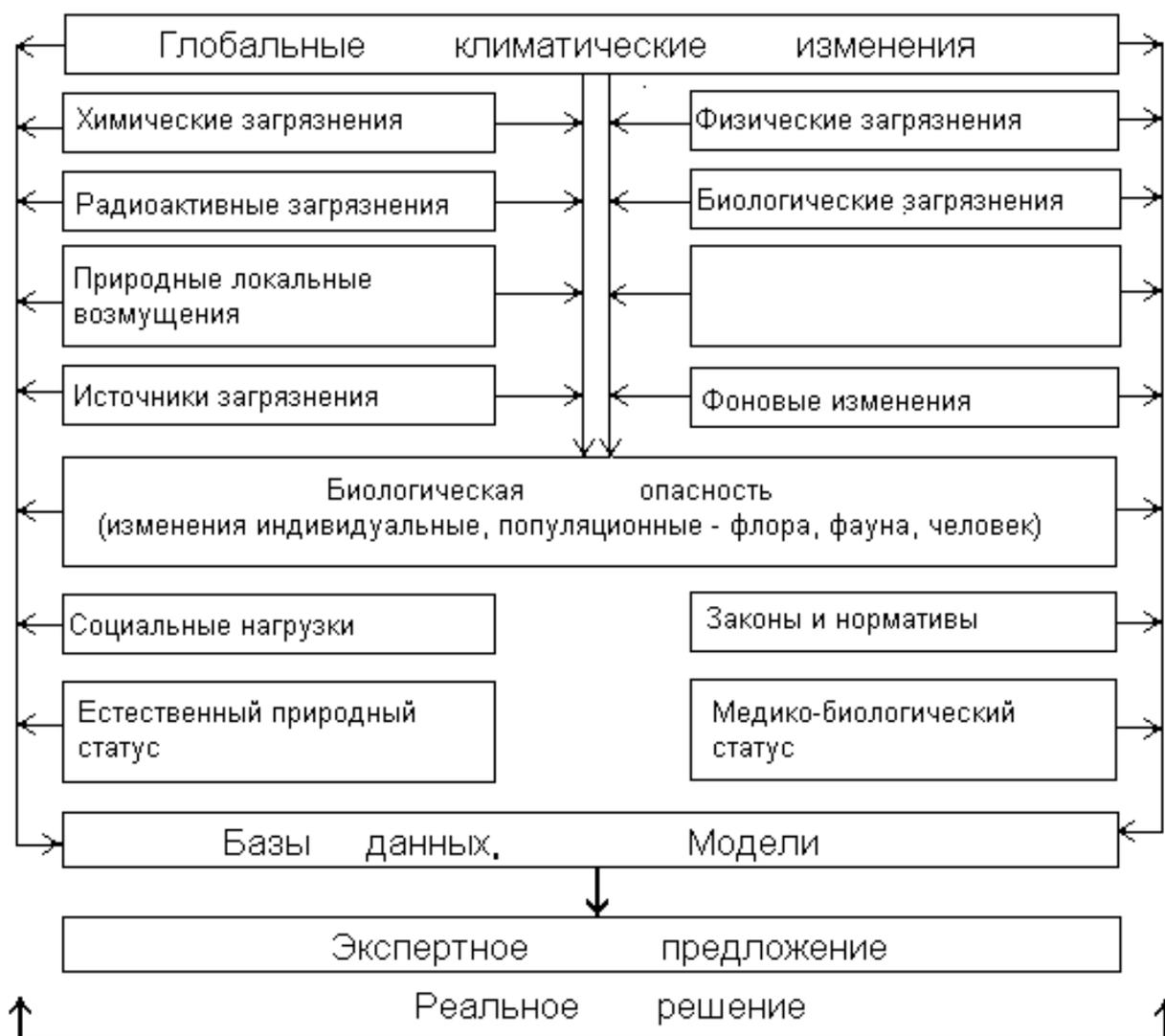
Для того чтобы система мониторинга работала, необходимы законы и нормативы, которые регулируют эту деятельность.

Учитывая всю полученную информацию, можно строить модели качественные (феноменологические) или количественные, которые свяжут изменение состояния окружающей среды с изменением интересующего нас элемента биоты (здоровье человека, животных, гидробионтов и т.д.). Можно варьировать условия для модели, вводить экономические расчеты и таким образом прогнозировать развитие экологической ситуации при различных состояниях окружающей среды.

Можно ранжировать антропогенные факторы по степени их опасности, создавать экономические оценки для различных сценариев.

Данные о всех возможных воздействиях на окружающую среду, созданные модели позволят эксперту подготовить обоснованный проект управляющего решения, имеющего цель снижения экологической опасности для биоты. И только после этого должно приниматься реальное решение.

Все вышеизложенное можно для наглядности представить в виде схемы:



Это схема является идеальным вариантом проведения экологического мониторинга. Однако на практике учитывают далеко не все факторы воздействия на окружающую среду.

2. Классификация типов экологического мониторинга

Существуют различные подходы к классификации мониторинга. Например, по факторам и источникам воздействия, по природным средам, за которыми ведутся наблюдения:

Мониторинг источников воздействия	Источники воздействия			
Мониторинг факторов воздействия	Факторы воздействия			
	Физические	Биологические		Химические
Мониторинг состояния биосферы	Природные среды			
	Атмосфера	Океан	Поверхность суши с реками и озерами, подземные воды	Биота
	└──────────────────────────────────┘			└──┘
	Геофизический мониторинг			Биологический мониторинг

Объектом изучения настоящего курса является *эколого-аналитический мониторинг*, который представляет собой систему наблюдений за источниками и уровнем загрязнений природных объектов *вредными веществами* в результате сбросов либо выбросов этих веществ в окружающую среду, а также вследствие естественного их образования и накопления в биосфере, в том числе за счет химической и биохимической трансформации природных и технических веществ в соединения с вредными свойствами.

Именно этот вид мониторинга на сегодняшний день является основным и именно о нем идет речь в дальнейшем, и который для краткости называют экологическим мониторингом.

По уровню организации различают *глобальный, национальный, региональный и локальный (импактный)* мониторинг.

На сегодняшний день сеть наблюдений за источниками воздействия и за состоянием биосферы охватывает уже весь земной шар.

Существует *глобальная* система мониторинга окружающей среды (ГСМОС), которая создана совместными усилиями мирового сообщества. В 1974 году на Первом межправительственном совещании по мониторингу были сформулированы основные положения и цели программы.

Первоочередной задачей была признана *организация мониторинга загрязнения окружающей природной среды и вызывающих его факторов воздействия*.

ГСМОС основывается на системах национального мониторинга, которые функционируют в различных государствах согласно как международным требованиям, так и специфическим подходам, сложившимся исторически или обусловленным характером наиболее остро стоящих экологических проблем.

Международные требования, которым должны удовлетворять национальные системы - участники ГСМОС, включают:

- единые принципы разработки программ (с учетом приоритетных факторов воздействия);
- обязательность наблюдений за объектами, имеющими глобальную значимость;
- передачу информации в Центр ГСМОС.

Система *национального (государственного)* мониторинга в России реализуется на нескольких уровнях, которым соответствуют специально разработанные программы:

- локальном (импактном) (изучение сильных воздействий в локальном масштабе);
- региональном (проблемы миграции и трансформации загрязняющих веществ, совместного воздействия различных факторов, характерных для экономики региона);
- фоновом (на базе биосферных заповедников, где исключена всякая хозяйственная деятельность).

Программа *импактного* мониторинга может быть направлена, например, на изучение сбросов или выбросов конкретного предприятия, города, на контроль загрязнения отдельных участков крупных рек и водохранилищ, районов нефтедобычи и газопромыслов, автомагистралей и т.д.

Предметом *регионального* мониторинга, как следует из самого его названия, является состояние окружающей среды в пределах того или иного региона. На этом уровне контролируют загрязнения, распространяющиеся на большие территории (нефтепродукты, диоксид серы, радиоактивные осадки и др.). Сюда же относят и мониторинг трансграничных переносов, т.е. распространение загрязнителей через границы смежных регионов и стран. Сеть станций наблюдения трансграничного переноса ориентирована на западную границу России. В настоящее время работают три станции: Янискоси, Пушкинские горы и Пинега.

В рамках международной программы МАВ (Man and Biosphere) осуществляется **фоновый** мониторинг. Его цель - фиксировать фоновое состояние окружающей среды, что необходимо для дальнейших оценок уровней антропогенного воздействия.

Контроль за глобальными экотоксикантами на фоновом уровне осуществляется в зонах, удаленных от локальных источников, например в биосферных заповедниках. На территории России существует шесть станций комплексного фонового мониторинга, расположенных в биосферных заповедниках: Баргузинском, Центрально-Лесном, Воронежском, Приокско-Тerrasном, Астраханском, Кавказском.

Практически не охваченными сетью наблюдений остаются малые города и многочисленные населенные пункты, подавляющее большинство неорганизованных источников загрязнения. Мониторинг состояния водной среды, организованный, прежде всего, Росгидрометом и, до некоторой степени, санитарно-эпидемиологическими (СЭС) и коммунальными (Водоканал) службами, не охватывает подавляющее большинство малых рек. В то же время известно, что загрязнение больших рек в значительной части обусловлено вкладом разветвленной сети их притоков и хозяйственной деятельностью в водосборе. В условиях сокращения общего числа постов наблюдений очевидно, что государство в настоящее время не располагает ресурсами для организации сколько-нибудь эффективной системы мониторинга состояния малых рек.

Таким образом, на экологической карте ясно обозначены «белые пятна», где систематические наблюдения не проводятся. Более того, в рамках сети государственного экологического мониторинга отсутствуют предпосылки к их организации в этих местах. Именно эти «белые пятна» могут (а часто и должны) стать объектами **общественного экологического мониторинга**. Практическая ориентация мониторинга, концентрация усилий на местных проблемах в сочетании с продуманной схемой и корректной интерпретацией полученных данных позволяют эффективно использовать имеющиеся у общественности ресурсы. Кроме того, эти особенности общественного мониторинга создают серьезные предпосылки для организации конструктивного диалога, направленного на консолидацию усилий всех участников.

В настоящее время на территории Ярославской области осуществляют свою деятельность четыре общественные экологические организации: Ярославская областная организация Всероссийского обще-

ства охраны природы (ЯООО ВООП); Ярославский областной экологический клуб «Зеленая ветвь»; областная общественная организация «Защита и возрождение природы»; экологическая общественная организация «Правильное природопользование». Сведения о деятельности этих организаций публикуют в средствах массовой информации и в ежегодных докладах о состоянии и охране окружающей среды Ярославской области, выпускаемых Главным управлением природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Ярославской области [1].

3. Разработка программ мониторинга

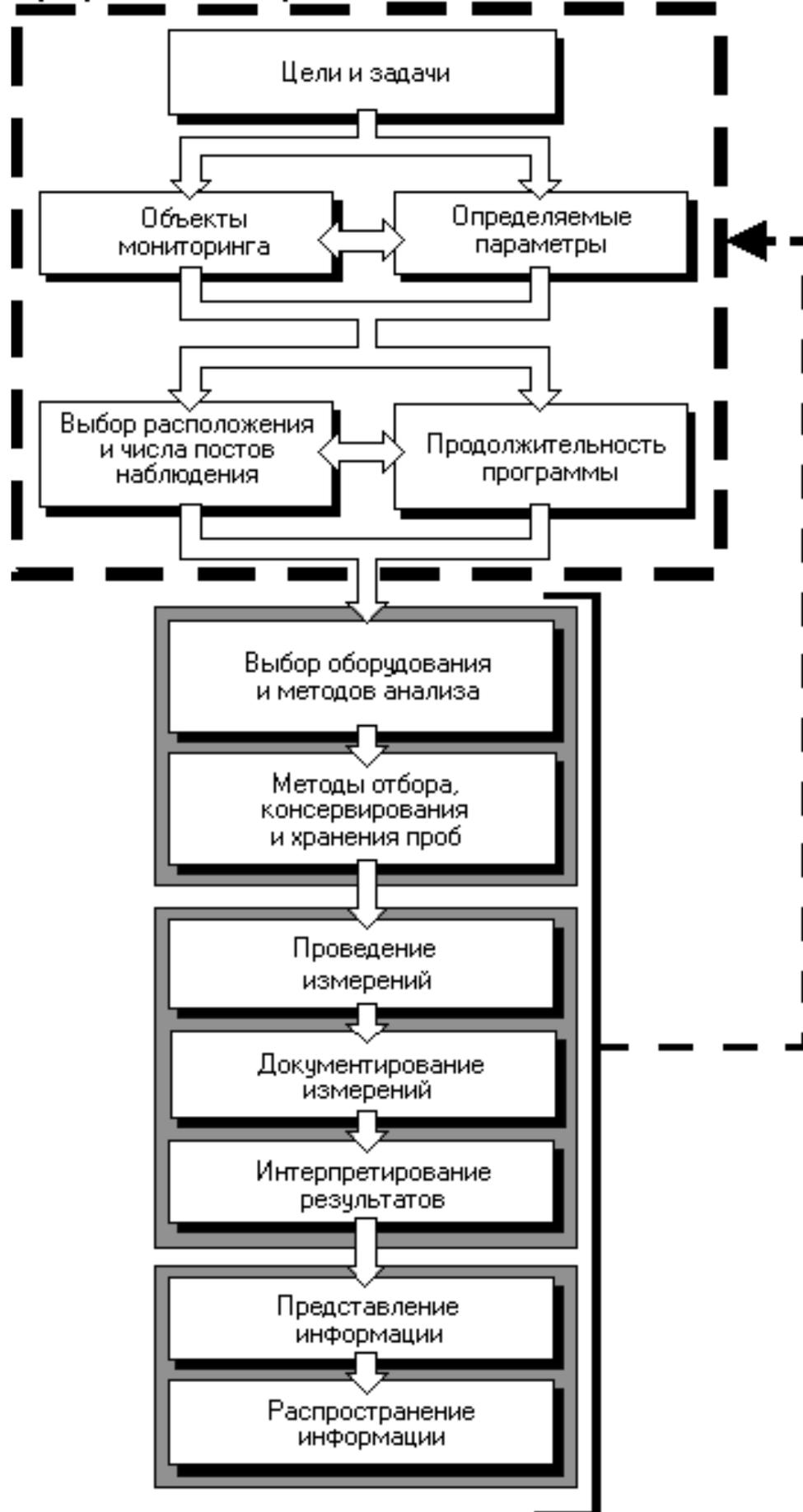
Эффективность экологического мониторинга во многом зависит от правильной его организации. Общая последовательность разработки и осуществления мониторинга может быть представлена в виде схемы (см. с. 12).

Перед тем как предпринимать какие-либо шаги, следует сформулировать долгосрочные цели и промежуточные задачи. *Цель* - получение информации, связанной с конкретной проблемой. *Задача* – конкретные действия на пути достижения цели.

На основе поставленной цели необходимо ***определить приоритетные объекты мониторинга и определяемые параметры***

Объекты могут быть 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 проблему представляет состояние окружающей среды в загрязненном городском районе, определение приоритетов может начаться с выбора природной среды для мониторинга – атмосферы, воды, снежного покрова, почвы. 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).

Программа мониторинга



Очень важен предварительный анализ ситуации. Используются любые уже имеющиеся сведения по проблеме. Одним из эффективных приемов выбора приоритетов является картирование источников воздействия. Отсутствие какой-либо связи между типом загрязнения и характером возможных источников может служить признаком либо регионального переноса, либо каких-то свойств подземных источников, либо наличием неустановленного источника загрязнения (что особенно важно).

Большую сложность представляет *выбор приоритетных определяемых параметров*. Из многих тысяч химических соединений, выбрасываемых в окружающую среду, необходимо выбрать те, которые представляют наибольшую опасность для человека. Для этого используют следующие критерии:

- концентрация, объемы поступления,
- распространенность,
- устойчивость и способность к трансформации в более опасные соединения,
- токсичность,
- способность к накоплению в организме.

Существуют классы приоритетности загрязняющих веществ, установленные экспертным путем и принятые в системе ГСМОС [2].

4. Государственный экологический мониторинг

В нашей стране обсуждение системы мониторинга антропогенных изменений природной среды активизировалось перед Первым межправительственным совещанием по мониторингу, созванным по инициативе ООН в Найроби (Кения, 1974 г.).

Систематические наблюдения за изменениями в биосфере, вызванными хозяйственной деятельностью человека, осуществлялись и ранее. На территории СССР в 1970-е годы на базе станций гидрометеослужбы была организована Общегосударственная служба наблюдений и контроля состояния окружающей среды (ОГСНК), построенная по иерархическому принципу.

В обработанном и систематизированном виде полученная информация представлялась в кадастровых изданиях, таких как «Еже-

годные данные о составе и качестве поверхностных вод суши» (по гидрохимическим и гидробиологическим показателям), «Ежегодник состояния атмосферы в городах и промышленных центрах» и др. До конца 1980-х годов все кадастровые издания имели гриф «Для служебного пользования».

В настоящее время наблюдения за уровнями загрязнений атмосферы, почвы, вод и донных отложений рек, озер, водохранилищ и морей по физическим, химическим и гидробиологическим (для водных объектов) показателям проводятся отделениями Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Мониторинг источников антропогенного воздействия на природную среду и зоны их прямого влияния, животного и растительного мира, наземной фауны и флоры ведут соответствующие службы Министерства природных ресурсов.

Вместе с тем уже давно стало ясно, что проблема не исчерпывается только организацией наблюдений за загрязнением окружающей среды. Поэтому 24 ноября 1993 года было принято постановление Правительства РФ № 199229 «О создании **Единой государственной системы экологического мониторинга**» (ЕГСЭМ), которая должна объединить возможности и усилия многочисленных служб для решения задач комплексного наблюдения, оценки и прогноза состояния среды в Российской Федерации.

Организация работ по созданию ЕГСЭМ предусматривает вовлечение в сферу наблюдений новых видов и типов загрязнителей и их влияния на окружающую среду, увеличение числа задач, решаемых при оценке и прогнозе ее состояния, расширение географии экологического мониторинга за счет новых территорий и источников загрязнений.

В ЕГСЭМ применяется *территориально-ведомственный* принцип построения системы и предусматривается максимальное использование возможностей уже существующих государственных и ведомственных систем мониторинга биосферы, антропогенных воздействий, состояния биоты и экосистем, среды обитания человека и животных.

Главными задачами ЕГСЭМ являются:

- разработка программ наблюдения за состоянием окружающей природной среды на территории России, в ее отдельных регионах и районах;

- организация наблюдений и проведение измерений показателей объектов экологического мониторинга;
- обеспечение достоверности и сопоставимости данных наблюдений как в отдельных регионах и районах, так и по всей территории России;
- сбор и обработка данных наблюдений;
- организация хранения данных наблюдений, создание специальных банков данных, характеризующих экологическую обстановку на территории России и в отдельных ее районах;
- гармонизация банков и баз экологической информации (согласование, телекоммуникационная связь) с международными эколого-информационными системами;
- оценка и прогноз состояния объектов окружающей среды и антропогенных воздействий на них, природных ресурсов, откликов экосистем и здоровья населения на изменение состояния среды обитания человека;
- организация и проведение оперативного контроля и прецизионных измерений радиоактивного и химического загрязнения в результате аварий и катастроф;
- прогнозирование экологической обстановки и оценка нанесенного природной среде ущерба;
- обеспечение доступности интегрированной экологической информации широкому кругу потребителей, включая население, общественные движения и организации;
- информационное обеспечение органов управления состоянием окружающей среды и природных ресурсов, экологической безопасностью;
- разработка и реализация единой научно-технической политики в области экологического мониторинга.

В соответствии с административным делением Российской Федерации создаются как территориальные подсистемы ЕГСЭМ, так и (при необходимости) отдельные подсистемы экологического мониторинга в городах и районах. В ЕГСЭМ осуществляется также методологическое и информационное сопряжение территориальных и ведомственных подсистем. В основе информационного сопряжения ЕГСЭМ лежит сеть информационно-аналитических центров (федерального, территориального и ведомственного уровней), организующих и выполняющих работу по сбору, хранению и обработке инфор-

мации, обеспечивающей решение поставленных задач. Объединение территориальных подсистем ЕГСЭМ осуществляется:

- при необходимости наблюдений за объектами, границы которых выходят за пределы административных территорий (реки, лесные массивы, крупные озера и т.п.);

- при решении проблем управления состоянием окружающей среды и экологической безопасностью, касающихся одновременно нескольких административных территорий;

- при создании центров аналитического контроля, использующих сложное и дорогостоящее оборудование для проведения анализов;

- при объединении сложившихся территориальных структур различных ведомств (Росгидромет, Роскомнедра и др.).

Наряду с территориальными ЕГСЭМ включает в себя и тематические подсистемы экологического мониторинга. Каждая тематическая подсистема состоит из одной или нескольких ведомственных специализированных систем, которые обеспечивают наблюдение и контроль:

- экологического состояния объектов окружающей среды;

- экологически безопасного для людей состояния среды обитания;

- состояния и качества природных ресурсов;

- состояния источников антропогенного воздействия на окружающую среду.

Общее руководство при проведении работ по созданию ЕГСЭМ и координация деятельности министерств и ведомств, предприятий и организаций в области экологического мониторинга возложены на Министерство природных ресурсов Российской Федерации.

5. Регламентация государственных наблюдений

Система государственного экологического мониторинга строится на наблюдениях, регламентированных самым строгим образом. Список *параметров состояния окружающей среды* четко установлен, так же как и требования к *используемым средствам и методам измерений, частоте отбора проб* и др.

Так, *ГОСТ 17.2.3.07-86 Правила контроля воздуха населенных пунктов* устанавливает требования для организации постов наблюдений в системе Росгидромета за качеством атмосферного воздуха населенных пунктов, оснащение их аппаратурой для отбора проб и приборами для определения метеорологических параметров, устанавливает четыре программы наблюдений.

Порядок организации и проведения наблюдений за состоянием поверхностных вод определен *ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды, водоемов и водотоков* и соответствующими методическими указаниями. Разработанная система предусматривает согласованную программу работ по гидрологии, гидрохимии и гидробиологии. Пункты наблюдений устанавливаются в зависимости от хозяйственного значения водных объектов, их размеров и экологического состояния. Периодичность наблюдений определяется категорией пункта.

Наблюдения за уровнем загрязнения почв носят, как правило, экспедиционный характер и выполняется в соответствии с требованиями *ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа* на определенных площадях по регулярной сети опробования, на ключевых участках, характеризующих типичные сочетания природных условий и антропогенного воздействия, на отдельных почвенно-геохимических профилях.

Функционирование любой системы мониторинга предполагает проведение большого количества разнообразных и многократных наблюдений, результаты которых должны отвечать требованиям *точности, сходимости и воспроизводимости*, что достигается соблюдением правил и норм, которые составляют основу метрологического обеспечения мониторинга.

В 1993 году принят закон «Об обеспечении единства измерений», согласно которому:

- все наблюдения должны проводиться только с помощью средств измерений, включенных в государственный реестр и соответственно прошедших государственные испытания;
- все средства измерений должны быть проверены, а проверяемое оборудование - аттестовано;

- должны использоваться только аттестованные методики выполнения измерений, прошедшие перед утверждением экспертизу в одном из государственных центров;

- в качестве эталонной базы должны применяться стандартные образцы веществ, которые включены в государственный реестр;

можно использовать результаты наблюдений лабораторий, которые прошли аттестацию в установленном порядке.

Унифицированная и строго регламентированная система определяет сопоставимость всех получаемых в сети мониторинга сведений. Однако в ряде случаев это приводит к тому, что автоматически выполняются анализы, не имеющие особой практической ценности, в то время как реальные проблемы могут остаться вне поля зрения службы мониторинга. Невозможность использования других методик, кроме стандартизованных, а также нового импортного оборудования, не включенного в государственный реестр, также порождает ряд проблем.

6. Нормирование качества окружающей среды

Меры по предотвращению антропогенных воздействий зачастую требуют огромных средств и времени. Поэтому для регулирования качества природной среды важно обращать внимание как на эффективность природоохранной деятельности, так и на экономические аспекты принимаемых решений. Предложены следующие *подходы к ограничению загрязнений природной среды*:

- ограничения, основанные на обязательном соблюдении норм качества окружающей среды, т.е. санитарно-гигиенических требований (ПДК и др.);

- ограничения, основанные на установлении предельных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду (ПДВ, ПДС и т.п.);

- ограничения, связанные с выбором и соблюдением экономического оптимума при анализе затрат и ущерба;

- ограничения на базе всестороннего анализа природной среды.

Очевидно, что наилучшим подходом является последний. Однако он связан с большими сложностями, и в настоящее время чаще всего используются два первых.

Подход, основанный на *санитарно-гигиенических требованиях* к качеству окружающей среды, является основным в России и большинстве стран мира. По своему смыслу он отвечает принципу «нулевого ущерба». Однако при регулировании качества природной среды только на основе предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ возможно поступление в окружающую среду значительных количеств ксенобиотиков, что может привести к опасным нагрузкам на биологические системы. Спорными являются и величины ПДК, так как при расширении наших знаний о воздействии химических веществ на человека, совершенствовании техники измерений допустимый порог такого воздействия смещается.

Тем не менее, ПДК загрязняющих веществ несут важнейшую функцию стандарта качества природных объектов, призванного обеспечить здоровье населения и регламентировать возможности выбросов и сбросов загрязняющих компонентов. Понятие ПДК базируется на принципе, что для каждого вещества, вызывающего те или иные неблагоприятные эффекты в организме, могут быть найдены концентрации, при которых нежелательные изменения функций организма будут минимальными. Считают, что при более низких дозах вещество не оказывает вредного воздействия и его присутствие не представляет опасности. Таким образом, *ПДК - это максимальная концентрация вещества, которая не влияет прямо или косвенно на состояние здоровья настоящего и последующих поколений человека при воздействии на организм и не ухудшает гигиенических условий.*

Несмотря на то, что существуют некоторые различия в критериях вредности, при установлении ПДК в природных средах (вода, воздух, почва) исходят из четырех основных принципов:

- любой химический загрязнитель имеет порог действия. Безвредными являются дозы загрязнителей на уровне подпороговых концентраций;

- величина ПДК должна защищать от неблагоприятного воздействия нормируемого загрязнителя каждого члена общества, а не «среднего» человека. В связи с этим нормирование ведется в расчете на наиболее ранимые группы населения, к которым относят детей, лиц старших возрастов или ослабленных болезнями;

- в основе санитарного нормирования химических загрязнений лежат натурные наблюдения за населением или животными. Так, при нормировании атмосферных загрязнений среднесуточная ПДК устанавливается на подпороговом уровне, найденном в эксперименте. Учитывая практику выбора концентраций для воздействия на животных, величину ПДК обычно устанавливают в 3 – 10 раз ниже пороговой концентрации;

- при оценке порогового уровня необходимо учитывать функциональные неспецифические изменения в организме и отдаленные последствия, а не только очевидные патологические изменения.

Нормативы, ограничивающие вредные воздействия, устанавливаются и утверждаются специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей природной среды, санитарно-эпидемиологического надзора и совершенствуются по мере развития науки и техники, с учетом международных стандартов.

Следует отметить, что традиционные методы исследований по установлению санитарных стандартов длительны и трудоемки, а их стоимость велика. Кроме того, количество химических веществ, требующих токсикологической оценки, значительно превышает возможности существующих лабораторий. Одним из путей решения указанной проблемы является использование ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ), которые обосновываются с помощью ускоренных методов установления санитарных стандартов. Такие нормативы обычно рассчитываются по сумме показателей токсичности с учетом ряда биологических констант и применяются в качестве гигиенических стандартов для рабочей зоны.

При осуществлении эколого-аналитического мониторинга и нормировании загрязнений следует учитывать, что многие загрязняющие вещества могут накапливаться в отдельных объектах природной среды и превращаться в новые, более токсичные, формы. Поэтому необходимо проводить всесторонний анализ поведения вредных веществ в окружающей среде, изучать их превращения и продукты метаболизма.

Нормирование суперэкоотоксикантов по параметрам токсичности не всегда обеспечивает безопасность при контакте с ними. Это стало очевидным уже в конце 1960-х годов, когда накопились данные об упоминавшихся выше канцерогенном, мутагенном и эмбриотоксическом действиях многих веществ. Дело в том, что пороговые дозы, вы-

зывающие эти эффекты, нередко меньше пороговых (минимально действующих) доз токсичности таких соединений. Следовательно, отдаленные патологические последствия и реакции организма на воздействие суперэкоотоксикантов должны обязательно учитываться при оценке их опасности.

Более сложно осуществлять нормирование загрязнений при отсутствии порога вредного воздействия. В этом случае научно оправданным является запрет выбросов таких веществ.

Однако санитарно-гигиеническое нормирование редко отражает комбинированное действие различных веществ. Существуют лишь ограниченные перечни веществ, обладающих эффектом суммации при их одновременном содержании в атмосферном воздухе.

Санитарно-гигиенические нормативы определяют качество окружающей среды по отношению к человеку, но не регулируют деятельность источников воздействия. Требования, предъявляемые к **источникам воздействия**, отражены в научно-технических нормативах, к которым относятся:

- нормативы выбросов (ПДВ) и сбросов (ПДС) вредных веществ,
- лимиты размещения отходов,
- технологические, строительные, градостроительные нормы и правила, содержащие требования по охране окружающей среды.

В основу установления этих научно-технических нормативов положен следующий принцип: *при условии соблюдения этих нормативов предприятиями региона, содержание любой примеси в воде, воздухе и почве должно удовлетворять требованиям санитарно-гигиенического нормирования.*

Научно-техническое нормирование предполагает введение ограничения деятельности хозяйственных объектов в отношении загрязнения окружающей среды, так как определяет предельно допустимые потоки вредных веществ, которые могут поступать от источников воздействия в воздух, воду, почву.

Величины предельно допустимых выбросов (ПДВ) и предельно допустимых сбросов (ПДС) основываются на санитарно-гигиенических нормах и учитывают конкретные климатические условия и экологическую нагрузку в данном районе. Во многих случаях достижение допустимых нагрузок возможно путем установления временно согласованных величин выбросов (ВСВ) и сбросов (ВСС) с постепенным их снижением до нормы.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – масса вещества в отходящих газах, максимально допустимая к выбросу в атмосферу в единицу времени. ПДВ устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы (и для каждой примеси, выбрасываемой этим источником) таким образом, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников города или другого населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создают приземную концентрацию, превышающую их ПДК.

Основным нормативом сбросов загрязняющих веществ, установленным в Российской Федерации, является **предельно допустимый сброс (ПДС)** – масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте; ПДС – предел по расходу сточных вод и концентрации содержащихся в них примесей – устанавливается с учетом предельно допустимых концентраций веществ в местах водопользования. ПДС устанавливаются для каждого источника загрязнения с учетом их комбинированного действия. Величина ПДС должна гарантировать достижение установленных норм качества воды (санитарных и рыбохозяйственных) при наихудших условиях для разбавления в водном объекте.

7. Мониторинг атмосферных загрязнений

Опыт экологических исследований как в России, так и за рубежом показал, что антропогенному воздействию, независимо от источников, подвергаются все элементы биосферы: поверхностные и подземные воды, атмосфера, почвенные экосистемы, растения и др. При этом загрязнение атмосферы – самый мощный, постояннодействующий и всепроникающий фактор, оказывающий негативное воздействие на человека, биоценозы, трофические цепи и на важнейшие природные среды.

Наибольшее значение для всех живых организмов имеет относительно постоянный состав атмосферного воздуха в тропосфере. Баланс газов поддерживается благодаря биогеохимическим циклам, однако его нарушает антропогенная деятельность человека.

Различают *естественные источники загрязнения*, т.е. обусловленные природными процессами, и *антропогенные*, т.е. возникающие в результате хозяйственной деятельности человека.

Уровень загрязнения атмосферы примесями от естественных источников является фоновым и имеет малые отклонения от среднего уровня во времени. Антропогенные загрязнения отличаются многообразием видов примесей и многочисленностью источников их выброса. Наиболее устойчивые зоны с повышенными концентрациями загрязнений возникают в местах активной жизнедеятельности человека.

К естественным источникам загрязнения атмосферы относятся: извержения вулканов, лесные пожары, пыльные бури, процессы выветривания (горных пород, известковых отложений, почв), разложение органических веществ, космическая пыль. К антропогенным – все виды промышленности и сельское хозяйство, транспорт (автомобильный, железнодорожный, самолеты и космические ракеты), а также жилищно-коммунальное хозяйство (пыль, сжигание газа и др. топлива, использование аэрозолей, растворителей, бытовой химии).

Главную роль в загрязнении воздушной среды играет довольно ограниченное число веществ. Наиболее важными загрязняющими атмосферу веществами являются: *оксиды углерода, соединения серы (диоксид серы, сероводород, сульфаты в виде аэрозолей, серосодержащие органические соединения), азота (оксиды азота, аммиак, органические соединения азота), озон, углеводороды, галогенсодержащие органические соединения (особенно фреоны), ртуть, свинец и др. тяжелые металлы и их соединения, радионуклиды, а также все виды промышленной пыли*. Возможно также загрязнение атмосферы *биологическими примесями*, которые подразделяются на *патогенные микроорганизмы* (бактерии, вирусы, грибы и т.д.) и *микроорганизмы (растения и животные)*. К первым относят живые существа размером меньше 500 мкм.

Более подробно о загрязнении атмосферы (основные загрязнители, естественные химические процессы в атмосфере) см. в литературе [3, 4].

Возможны следующие ***виды мониторинга атмосферы***:

- либо оценка состояния атмосферы (определение содержания загрязняющих веществ);

- либо прямое измерение выбросов загрязняющих веществ (наиболее эффективное средство контроля).

Промышленные выбросы разделяют на:

- организованные,
- неорганизованные.

Организованный промышленный выброс - это выброс, поступающий в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздуховоды и трубы. Их характеризует большая высота, а также значительные концентрации и объемы загрязняющих веществ.

Неорганизованный промышленный выброс – это выброс, поступающий в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушения герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газов в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта. Концентрация и объем значительно меньше, высота небольшая.

Наиболее важными характеристиками выбросов являются:

- качественный состав, определяемый видом производства;
- концентрация загрязняющих веществ;
- мощность выбросов.

Основные термины и определения основных понятий в области метеорологических аспектов загрязнения атмосферы и защиты атмосферы от промышленных выбросов изложены в *ГОСТ 17.2.1.04-77 «Охрана природы. Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения»*. В этом стандарте приведены определения: предельно допустимой концентрации примеси в атмосфере, предельно допустимого выброса, смога, загрязняющего атмосферу вещества, источников загрязнения атмосферы (стационарный, передвижной, точечный, плоский, непрерывного и прерывистого загрязнения).

Применяемые в науке, технике и производстве термины и определения понятий в области контроля загрязнения воздуха устанавливаются *ГОСТ 17.2.1.03-84 «Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения»*.

Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы в городах и населенных пунктах осуществляется в соответствии с *ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов»*.

Наблюдение за уровнем загрязнения атмосферы производится *на посту*, представляющем собой заранее выбранное для этих целей место (точку местности), на котором размещается павильон или авто-

мобиль, оборудованный соответствующими приборами. Посты наблюдений устанавливаются трех категорий: стационарные, маршрутные и передвижные (подфакельные).

Стационарный пост предназначен для обеспечения непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ и регулярного отбора проб воздуха для последующих анализов.

Маршрутный пост предназначен для регулярного отбора проб воздуха в фиксированной точке местности при наблюдениях, которые проводятся по графику, последовательно во времени, в нескольких точках.

Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом.

Объективность наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы зависит от правильности расположения поста на обследуемой территории. Место размещения постов наблюдения выбирается с учетом обязательного предварительного исследования загрязнения окружающей среды, после изучения метеорологических условий рассеивания примесей путем эпизодических наблюдений и расчетов полей максимальных концентраций примесей. При этом следует учитывать повторяемость направления ветра над контролируемой территорией. В определенных направлениях выбросы от многочисленных предприятий могут создать общий факел, соизмеримый с факелом крупного источника.

Каждый пост независимо от категории размещается на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке с непылящим покрытием: асфальте, твердом грунте, газоне и т.п. таким образом, чтобы были исключены искажения результатов измерений листвой деревьев, стенами зданий и т.д. Если пост разместить на закрытом участке (вблизи высоких зданий, на узкой улице, под кронами деревьев или рядом с низким источником выбросов), то в этом случае будет определяться уровень загрязнения, создаваемый в конкретном месте, а реальный уровень загрязнения будет занижаться из-за поглощения газов густой зеленью или завышаться из-за застоя воздуха и скопления вредных веществ вблизи строений.

Для характеристики распределения концентрации примеси по городу посты необходимо устанавливать в первую очередь в тех жилых районах, где возможны наибольшие средние уровни загрязнения, затем в административном центре населенного пункта и в жилых районах с

различными типами застройки, а также в парках и зонах отдыха. К числу наиболее загрязненных районов относятся зоны вблизи промышленных предприятий, а также магистрали интенсивного движения.

Число стационарных (маршрутных) постов и их размещение определяется с учетом численности населения, площади населенного пункта и рельефа местности, а также развитости промышленности и ее расположения по территории города, рассредоточенности мест отдыха и курортных зон.

Места отбора проб при подфакельных наблюдениях выбирают на разных расстояниях от источника загрязнения в зоне загрязнения воздушного бассейна от конкретных источников. Общее их число определяют с учетом высоты и мощности выброса, а также особенностей размещения селитебных территорий.

Регулярные наблюдения на стационарных постах проводятся по одной из трех программ наблюдений: полной, неполной, сокращенной.

Наблюдения по *полной программе* выполняют для получения оперативной информации о среднесуточной концентрации ежедневно, в часы 01, 07, 13, 19 по местному времени.

Наблюдения по *неполной программе* разрешается проводить в целях получения оперативной информации ежедневно в 07, 13, 19 ч местного времени.

По *сокращенной программе* наблюдения за основными загрязняющими веществами и за одним-двумя наиболее распространенными специфическими загрязняющими веществами проводят ежедневно в сроки 07 и 13 ч местного времени. Наблюдения по сокращенной программе допускаются в районах с температурами воздуха ниже минус 45°С и в местах, где систематически в течении месяца отмечаются концентрации загрязняющих веществ ниже порога чувствительности метода анализа данного вещества.

Одновременно с отбором проб воздуха измеряют или определяют следующие метеорологические параметры: направление и скорость ветра, температуру и влажность воздуха, состояние погоды и подстилающей поверхности (характер покрытия и состояние увлажнения).

Более подробно об организации сети наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на стационарных и передвижных постах за уровнем загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом, наблюдений за радиоактивным загрязнением, за фоновым состоянием атмосферы изложено в [5].

8. Методы отбора и концентрирования воздушных проб

Загрязнители в атмосфере находятся в виде газов, паров, жидких и твердых частиц. Газы и пары образуют с воздухом смеси, а жидкие и твердые частицы – аэрозоли (дисперсные системы), которые подразделяют на пыль (размеры частиц более 1 мкм), дым (размеры твердых частиц менее 1 мкм) и туман (размер жидких частиц менее 10 мкм).

Анализ веществ в различных агрегатных состояниях представляет собой практически неразрешимую задачу, поэтому отбор проб осуществляется отдельно для газообразных, жидких и твердых компонентов воздуха. Правильное установление агрегатного состояния вредного вещества в воздухе способствует правильному выбору фильтров и сорбентов и уменьшению погрешности анализа, связанной с пробоотбором.

Содержание анализируемых компонентов в воздухе варьирует в широких пределах: от 1×10^{-1} до 1×10^{-7} %. Содержание компонента менее 1×10^{-4} % относят к микропримесям, их анализ можно осуществить только после предварительного концентрирования пробы.

Если позволяет чувствительность метода анализа, отбор проб воздуха производят в газовые пипетки или шприцы объемом от 0,1 до 2,0 литра. Заполнение газовых пипеток производят продуванием через них 5 – 10-кратного объема воздуха вакуумным способом. При недостаточной чувствительности метода анализа прибегают к различным способам концентрирования воздушных проб.

Отбор проб в жидкие среды

Поглощение токсических примесей из воздуха растворами относится к одному из наиболее часто применяемых способов, анализируемое вещество при этом растворяется (и это явление называется абсорбцией) или вступает в химическую реакцию с поглотительной средой (хемосорбция).

Рассмотрим первый случай: отбор проб в растворы осуществляется путем аспирации (просасывания) исследуемого воздуха через поглотительный раствор в сосуде (абсорбере). В качестве растворителей могут использоваться разбавленные кислоты, щелочи, широкий

спектр органических растворителей. Скорость пропускания воздуха может меняться в широких пределах: от 0,1 до 100 л/мин.

Полнота поглощения зависит от многих факторов, в том числе от конструкции поглотительного сосуда. Для физической абсорбции важно, чтобы поверхность соприкосновения фаз была наибольшей. Это достигается либо за счет прохождения воздуха через пористую пластинку (за счет уменьшения пузырьков воздуха), либо за счет использования эффекта эжекции (при резком расширении газа происходит его охлаждение и, следовательно, повышается растворимость).

Недостатки этого метода пробоотбора:

- невозможность получения представительной пробы при наличии в воздухе аэрозолей и твердых частиц;
- невысокие коэффициенты концентрирования;
- увеличение погрешности при больших объемах проб, что связано с испарением поглотительного раствора или потерей целевых компонентов из-за высоких скоростей аспирирования.

Концентрирование с помощью сорбентов

Вторым по распространенности методом извлечения примесей из атмосферы и промышленных выбросов является сорбция на твердых сорбентах (адсорбция).

Сорбент должен быть химически инертным, механически прочным, хорошо адсорбировать анализируемые компоненты, сохранять сорбционные свойства в течение длительного времени, при анализе легко десорбировать поглощенное вещество, быть дешевым и легкодоступным.

Для анализа воздуха применяют три группы твердых сорбентов, однако ни один из них не является универсальным.

Первая группа – это гидрофильные неорганические материалы типа силикагелей и молекулярных сит.

Вторая группа – гидрофобные неорганические материалы – активные угли.

К *третьей группе* относят синтетические макропористые органические материалы с высокой степенью гидрофобности и небольшой удельной поверхностью.

Силикагели ($\text{SiO}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$) представляют собой гидрофильные сорбенты с высокоразвитой капиллярной структурой геля. Адсорбционная способность силикагеля обусловлена наличием на его поверхно-

сти силанольных групп Si-OH, способных к образованию водородных связей с молекулами сорбата. Силикагели предназначены для адсорбции из воздуха паров полярных органических соединений, таких как R-COON, R-CO-NH₂, R-OH, R-NH₂.

Высокая гидрофильность силикагелей ограничивает их применение, хотя в сухом воздухе они являются эффективными сорбентами и удобны для избирательного поглощения хлорорганических соединений, хлорфенолов, нитрозаминов и других полярных соединений.

Извлечение поглощенных компонентов (десорбция) осуществляется с помощью экстракции полярными растворителями.

Молекулярные сита, или цеолиты, – синтетические сорбенты со строго определенным размером пор в кристаллической решетке. Они состоят из кремний-алюмо-кислородных кубоэктаэдров, имеющих формулу $\text{Na}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times n\text{SiO}_2 \times \text{H}_2\text{O}$.

Молекулярные сита адсорбируют практически все вещества, молекулы которых меньше или одинаковы с диаметром пор сита. Основные типы сит 4А и 5А, 10Х и 13Х различаются только катионами кристаллической решетки.

Например, молекулярные сита 4А сорбируют сероводород, аммиак, диоксид серы, а молекулярные сита 13Х – бензол, н-гептан, метанол, н-ксилол. Десорбция веществ, адсорбированных на молекулярных ситах, проводится при температуре 500 – 600°С (термодесорбция).

Широкому применению молекулярных сит препятствует высокая сорбируемость водяных паров, которые вытесняют сорбированные неполярные соединения.

Активированные угли также достаточно популярны в качестве сорбентов. Они избирательно поглощают углеводороды и их производные (в том числе хлоруглеводороды), ароматические углеводороды (в том числе полиароматические углеводороды); слабее поглощают низшие алифатические спирты, карбоновые кислоты, сложные эфиры. Эффективность извлечения этих соединений из воздуха составляет 80 - 100%.

Однако сконцентрированные на активных углях примеси удерживаются очень прочно, и их практически невозможно десорбировать при нагревании. Чаще всего для десорбции применяют экстракцию органическими растворителями. Кроме того, сорбционные свойства углей заметно понижаются при увеличении влажности воздуха.

Из других углеродных сорбентов распространены *синтетические угли* с регулярной структурой (карбопак, карбосив, амберсорб, карбосфер).

Их получают модификацией графитированной сажи. На них хорошо сорбируются алкильные соединения ртути. По физическим характеристикам они похожи на природные угли, однако десорбция поглощенных примесей происходит несравненно легче, чем с активированных углей.

Пористые полимерные сорбенты используют для отбора проб в условиях повышенной влажности. Они относительно инертны, гидрофобны, характеризуются термической и химической стабильностью, механической прочностью.

Эти сорбенты имеют достаточно высокую сорбционную емкость (т.е. удельный объем удерживания органических соединений).

В зависимости от сорбционной емкости их подразделяют на три группы:

- с высокой емкостью (карбосфер, хромосорб 102),
- со средней (хромосорб 106, порапак R и S),
- с низкой (тенакс GC, хромосорб 104).

Полимерные сорбенты хорошо проявляют себя при работе с влажным воздухом. Они эффективны при извлечении примесей с большой молекулярной массой.

В зависимости от условий получения различают полярные и неполярные сорбенты. Полярные сорбенты содержат активные функциональные группы ($-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{CONH}_2$, $-\text{OH}$).

Несмотря на эффективность, эти сорбенты малодоступны и дорогостоящи.

К недостаткам полимерных сорбентов относится трудоемкость операций по их очистке (промывка несколькими растворителями - водой, метанолом, хлороформом, сероуглеродом).

Среди полимерных сорбентов часто предпочитают *тенакс GC, порапак и хромосорбы*. Тенакс обладает высокой термической стабильностью, что облегчает термодесорбцию примесей.

Применение твердых сорбентов дает возможность увеличить скорость пропускания воздуха (по сравнению с жидкостью) и за более короткое время накопить анализируемое вещество в количестве, достаточном для его определения. Они удобны в работе, при транспортировке и хранении отобранных проб.

Возможно применение последовательно соединенных ловушек с различными видами твердых сорбентов.

Например, извлечение из воздуха паров металлической ртути, ее хлор- и алкильных производных осуществляют с помощью ловушек, заполненных последовательно:

- хромосорбом W (поглощение хлорида ртути HgCl_2),
- тенаксом (поглощение метилхлорида ртути HgCH_3Cl),
- карбосивом В (поглощение диметилртути $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$),
- тонкой золотой проволокой (поглощение паров ртути Hg).

При анализе проб, отобранных на твердые сорбенты, необходимо обеспечить количественную десорбцию вещества с сорбента. Для этого в основном применяют способ экстракции органическим растворителем (гексан, гептан, хлорбензол, сероуглерод). Растворитель должен хорошо растворять анализируемое вещество и не вступать с ним в реакцию.

Десорбцию поглощенных веществ из сорбента проводят статическим или динамическим способом. При *статической десорбции* сорбент из трубки переносят в колбу с притертой пробкой, добавляют нужное количество растворителя и периодически встряхивают. *Динамическую десорбцию* проводят прямо в трубке для отбора проб. К концу трубки присоединяют воронку, которую наполняют растворителем. Десорбцию проводят малыми порциями растворителя в 4-5 стадий. Способ извлечения экстракцией в основном обеспечивает высокую степень десорбции - 95%.

Однако недостатком этого способа является разбавление пробы, чего можно избежать при термодесорбции. Термодесорбция заключается в пропускании потока инертного газа через нагретую до необходимой температуры трубку с сорбентом. Термодесорбцию в основном проводят при использовании в качестве сорбентов молекулярных сит и пористых полимерных материалов.

Отбор проб на фильтры

Для улавливания из воздуха высокодисперсных аэрозолей и твердых частиц применяют различные фильтрующие материалы.

Для химического анализа аэрозолей предназначены фильтры типа АФА, изготовленные из нескольких видов ультратонких волокон (приведены в таблице).

<i>Тип фильтра</i>	<i>Вид волокна</i>	<i>Метод обработки</i>
АФА-ХА	Ацетилцеллюлоза	Сожжение в смеси кислот
АФА-ХП	Перхлорвинил	Растворение в кислоте
АФА-ХС	Полистирол	Растворение в щелочи
ФПП	Поливинилхлорид	Растворение в органических растворителях

В нашей стране наиболее широко используют фильтры ФПП (фильтры Петроянова). Они устойчивы в агрессивных средах, хорошо растворяются в органических растворителях, гидрофобны, имеют малое сопротивление, и даже при высоких скоростях фильтрации (более 1 м/с) улавливают 90% аэрозолей с размером частиц 0,3 мкм и выше.

За рубежом большое распространение получили многослойные фильтры из стекловолокна, керамики, фторопласта, полиамида, полисульфонов, полиакрилонитрила и др. Они практически полностью задерживают частицы с размером от 0,1 до 0,2 мкм.

При отборе проб фильтры закрепляют в специальном фильтродержателе, в котором диаметр выреза соответствует рабочей поверхности фильтра. На фильтродержатель с фильтром надевают рабочую конусную насадку, которую подсоединяют к аспирационному устройству.

Для химического определения органических загрязнителей фильтры растворяют в соответствующем растворителе. Для определения тяжелых металлов чаще проводят минерализацию «мокрым способом», т.е. нагревают со смесью азотной и соляной или азотной и серной кислот.

При использовании фильтров для гравиметрического определения их предварительно выдерживают в сушильном шкафу 6 часов при 70 – 80°С.

Очень часто при отборе проб суперэкотоксикантов, которые находятся одновременно в газообразной и аэрозольной фазах (причем в очень низких концентрациях), применяют одновременно фильтры и сорбенты. При этом определяемое вещество вместе с пылью частично осаждается на фильтре, а частично улавливается сорбентом.

Криогенное концентрирование

Этот метод основан на пропускании исследуемого воздуха со скоростью не более 1 л/мин через охлаждаемую ловушку с большой поверхностью, например через стальные или стеклянные трубки, заполненные инертным материалом (стекловата, стеклянные шарики и др.), которые служат для увеличения охлаждаемой поверхности. В качестве хладоагентов используют смесь твердой углекислоты с ацетоном (-80°C), жидкий воздух (-147°C), жидкий азот (-185°C), жидкий кислород (-183°C).

Ценность метода криогенного концентрирования определяется не только его высокой эффективностью, но и возможностью извлечения примесей, которые в других условиях (при обычной температуре) взаимодействуют с материалом ловушки, делая пробоотбор невыполнимым. Однако при таком методе отбора возможна конденсация водяных паров. Поэтому перед ловушкой ставят осушители (молекулярные сита 3А). В большинстве случаев этот метод применяют на стадии подготовки образца к анализу, а не на стадии пробоотбора, в основном после термодесорбции с твердых сорбентов.

Сочетание криогенного концентрирования и сорбции обеспечивает 1000-кратное и более концентрирование определяемых компонентов. Особенно часто этот способ применяют при хромато-масс-спектрометрическом определении загрязнений.

Более подробно о методах отбора и концентрирования проб см. в литературе [6 - 8].

Конкретные требования к способам отбора проб и средствам отбора проб, необходимым реактивам, условиям хранения и транспортировки образцов, индивидуальным для каждого загрязняющего вещества, должны быть указаны в нормативно-технической документации на методы определения загрязняющих веществ.

Литература

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Ярославской области в 2002 году. Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Ярославской области. Ярославль, 2003. 195 с.
2. Как организовать общественный экологический мониторинг: Руководство для общественных организаций / Е.А. Васильева и др. / Под ред. М.В. Хотулевой. М.: Социально-Экологический Союз, 1997. 256 с.
3. Инженерная экология и экологический менеджмент / М.В. Буторина, П.В. Воробьев, А.П. Дмитриева и др. / Под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадына. М.: Логос, 2002. С. 91 - 108.
4. Охрана воздушного бассейна: Метод. указания / Сост. В.Ю. Орлов, А.Д. Котов. Яросл. гос. ун-т. Ярославль, 2000. 24 с.
5. Голицын А.Н. Основы промышленной экологии: Учебник для нач. проф. образования. М.: ИРПО; Издательский центр «Академия», 2002. 240 с.
6. Санитарно-химический контроль воздуха промышленных предприятий / С.И. Муравьева, М.Д. Бабина, А.Г. Атласов, И.С. Новикова / Под ред. С.И. Муравьевой. М.: Медицина, 1982. 352 с.
7. Руководство по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Справ. изд. / С.И. Муравьева, М.И. Буковский. Е.К. Прохорова и др. М.: Химия, 1991. 368 с.
8. Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг суперэкоотоксикантов. М.: Химия, 1996. 319 с.

Оглавление

Введение	3
1. Определение экологического мониторинга	3
2. Классификация типов экологического мониторинга	7
3. Разработка программ мониторинга	11
4. Государственный экологический мониторинг	13
5. Регламентация государственных наблюдений	16
6. Нормирование качества окружающей среды	18
7. Мониторинг атмосферных загрязнений	22
8. Методы отбора и концентрирования воздушных проб	27
Литература	34

Учебное издание

Экологический мониторинг

Составители: **Орлов Владимир Юрьевич**
Швыркова Наталия Степановна
Котов Александр Дмитриевич

Редактор, корректор А.А. Антонова
Компьютерная верстка С.И. Савинской.

Подписано в печать 09.12.2004 г. Формат 60×84/16.
Бумага тип. Усл. печ. л. 2,1. Уч.-изд. л. 1,7.
Тираж 70 экз. Заказ .

Оригинал-макет подготовлен в редакционно-издательском
отделе Ярославского государственного университета.

Отпечатано на ризографе.

Ярославский государственный университет.
150000 Ярославль, ул. Советская, 14.0

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

