

Куликова Е. Ю., Гришин А. В., Мурин К. М.

ГЕОМОНИТОРИНГ В ГОРОДСКОМ ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ



Деловая и научная литература

Деловая и научная литература

Елена Куликова

**Геомониторинг в городском
подземном строительстве**

«Горизонт»

2016

УДК 624.1
ББК 38.78

Куликова Е. Ю.

Геомониторинг в городском подземном строительстве /
Е. Ю. Куликова — «Горизонт», 2016 — (Деловая и научная
литература)

ISBN 978-5-04-007994-0

В учебном пособии изложены основные принципы организации геомониторинга при освоении городского подземного пространства. Приведены подходы к проведению оценки геомеханического состояния породного массива в районе подземного строительства, а также к прогнозу его изменения в процессе возведения подземного объекта и степени влияния на окружающую природную и техногенную среду. Показаны методы контроля изменения состояния окружающей среды в районе подземного строительства, направленные на своевременное выявление признаков предшествующих возникновению аварийных ситуаций, как при строительстве, так и при эксплуатации подземных сооружений в условиях плотной городской застройки. Книга допущена Учебно-методическим советом вузов РФ по образованию в области горного дела в качестве учебного пособия для студентов вузов.

УДК 624.1
ББК 38.78

ISBN 978-5-04-007994-0

© Куликова Е. Ю., 2016

© Горизонт, 2016

Содержание

Введение	7
Глава 1	10
1.1. Вопросы прогнозирования и мониторинг	10
1.2. Экологический мониторинг: классификация	16
1.3. Глобальная система мониторинга окружающей среды	23
1.4. Национальный мониторинг России: принципы, цели, задачи и функции	28
1.5. Правовая, нормативная и экономическая база мониторинга	35
1.6. Положения государственных стандартов по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций	37
1.7. Роль и место системы экологического мониторинга в управлении состоянием окружающей среды	39
1.8. Проектирование систем мониторинга – основа их эффективного функционирования	43
1.9. Системные принципы организационного построения ЕГСЭМ	45
Конец ознакомительного фрагмента.	47

Елена Юрьевна Куликова, Александр Викторович Гришин, Кирилл Михайлович Мурин Геомониторинг в городском подземном строительстве

Снижение и предотвращение экологической опасности при подземном строительстве базируется на учете всех уровней горно-строительного производства, начиная со стадии получения геологической информации, прогноза, моделирования, составления проекта строительства и заканчивая выбором эффективных мероприятий инженерной защиты окружающей среды при эксплуатации сооружения. Экологическая стратегия включает в себя также изучение динамики развития в пространстве и во времени искусственно сложившейся экосистемы «подземный объект – массив горных пород – окружающая среда», т. е. геомониторинг.

В пособии рассмотрены основные виды мониторинга при освоении подземного пространства городов.

Книга рассчитана на широкий круг читателей: проектировщиков, производственников, предпринимателей, работников научных и учебных учреждений, аспирантов, магистров и студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Шахтное и подземное строительство».

Допущено Учебно-методическим советом вузов Российской Федерации по образованию в области горного дела в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Горное дело», по специальности 130406 «Шахтное и подземное строительство» государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ГОС ВПО) и специальности 130403 (21.05.04) «Горное дело» федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВПО (ВО)).

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор В.М. Смирнов

доктор технических наук, профессор Г.С. Франкевич

Введение

Наблюдение – метод вполне достаточный для изучения только более простых явлений. Наблюдение собирает то, что ему предлагает природа. Опыт же берет у природы то, что он хочет.

П. Павлов

Нет большего врага прогнозов, чем самоуверенный оптимизм.

В. Тендряков

Никогда нельзя предсказывать будущее исходя из прошлого.

Э. Берк

Любое подземное сооружение оказывает воздействие на окружающую среду, вызывая в ней те или иные изменения, угрожающие здоровью и жизнедеятельности людей и вызывающие негативные преобразования экологической системы Земли в целом. Существующая в настоящее время практика природоохранной деятельности основывается на нормировании воздействий и прогнозе изменений в окружающей природной среде.

Социально-экономические и градостроительные перспективы все в большей степени определяются санитарно-гигиеническим состоянием окружающей среды, возможностью биосферы компенсировать неблагоприятное воздействие техногенных факторов, в том числе связанных с интенсифицирующимся производством.

Санитарно-гигиеническое состояние окружающей среды нормируется установлением предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ, ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ), ориентировочных допустимых норм (ОДУ), предельно допустимого сброса вредных веществ в водный объем, санитарных правил и норм и т. п. Перечисленные нормативы открывают практические возможности для оценки санитарно-гигиенического состояния среды при строительстве и эксплуатации любого промышленного объекта и перспективы оптимизации техногенной деятельности.

Прогнозирование занимает важное место в практике подземного строительства и является конечной целью проведения всех видов полевых, лабораторных и камеральных изысканий.

Инженерно-геологические прогнозы при проектировании и строительстве подземных сооружений имеют ряд особенностей по сравнению с другими видами техногенного воздействия на природу. Эти особенности связаны главным образом с ограниченностью объемов изысканий и получаемой информации. В этих условиях к прогнозируемым параметрам относятся состав и свойства породы, гидрогеологические условия по трассе подземного объекта, возможности развития неблагоприятных геомеханических процессов (горное давление, пучение пород, прорывы воды, плывунов и газа, изменение температурных условий и др.).

Из-за сложности и взаимосвязанности процессов, развивающихся между подземными объектами и окружающей средой, не все они поддаются точным прогнозам: для большинства из них возможна лишь оценка качественных изменений.

Следующим этапом после прогноза является моделирование, т. е. воспроизведение процессов и явлений на основе законов подобия. В практике городского подземного строительства для прогнозирования применяют все виды моделирования: натурное, лабораторное, логическое, математическое, знаковое.

Натурные модели позволяют воспроизвести не только состояние подземного объекта и окружающей среды, но и изменившиеся под воздействием сложных динамических нестационарных условий ситуации.

Лабораторные модели позволяют отдельно изучить те факторы, которые в природной обстановке действуют совместно.

Обработка результатов массовых испытаний свойств грунтов приводит к созданию статистических моделей, одной из разновидностей логических моделей.

Инженерно-геологические знаковые модели позволяют представить обобщенное графическое изображение геологических и гидрогеологических условий и геомеханических процессов на участке конкретного подземного объекта.

Составление специализированных моделей основано на выделении слабого звена в системе «подземное сооружение – породный массив», т. е. на выявлении факторов, оказывающих решающее влияние на выбор технического решения. Для каждого конкретного подземного сооружения необходима своя, специфическая информация о строении массива, вмещающего это сооружение, о характере миграции подземных вод к объекту, о температурных и электромагнитных полях и т. п. Поэтому исходные модели анализируют применительно к конкретным задачам проектирования и формируют их в частные модели, на которых необходимые элементы массива горных пород и несущих конструкций подземного сооружения представлены в нужном виде и с достаточной детальностью.

На основании одной или нескольких частных моделей, с учетом индивидуальных особенностей геологического строения и конструкции сооружения, строят еще один вид специализированных моделей – расчетную модель, отражающую только те элементы, которые могут быть учтены проектировщиками в расчетных схемах. Последние представляют собой схематизированное изображение подземного сооружения с действующими на него нагрузками и силами в сочетании с характеристиками, определяемыми в расчетном сечении.

Моделирование как этап экологической стратегии позволяет посредством выбора наиболее рациональной технологии строительства и соответствующих мер инженерной защиты максимально снизить опасность появления необратимых изменений окружающей среды при освоении подземного пространства городов.

Этим же целям служит комплексная оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) при разработке и обосновании проекта строительства. Проект строительства при реализации оказывается «погруженным» в окружающую среду на конкретной территории, которая воспринимает техногенное воздействие от сооружаемого объекта. Некоторая часть этих воздействий подлежит нормированию и может быть ограничена определенными мерами инженерной защиты окружающей среды. Однако практика показывает, что порог ПДК, как правило, безнадежно превышен, особенно в давно освоенных регионах. Поэтому применения только нормативного подхода к решению экологических проблем недостаточно. Наряду с использованием уже накопленного опыта в виде пороговых величин некоторых видов воздействия необходимо выявлять и учитывать экологические последствия реализации любой проектируемой деятельности. При этом речь идет не только об изменениях параметров соответствия природной среды, но и о социальных, экономических и других изменениях.

ОВОС оценивает последствия во всех аспектах окружающей среды, задавая в каждом конкретном случае конкретные рамки исследования, определяемые кругом выявленных последствий.

Следующим этапом является инженерно-экологическая экспертиза, которая включает в себя оценку долговременного воздействия подземного объекта на природные ресурсы, природные условия, факторы развития народного хозяйства и условия жизни людей в районе освоения подземного пространства.

Таким образом, снижение и предотвращение экологической опасности при подземном строительстве базируется на учете всех уровней горно-строительного производства, начиная со стадии получения геологической информации, прогноза, моделирования, составления проекта строительства и заканчивая выбором эффективных мероприятий инженерной защиты окружающей среды при эксплуатации сооружения. Экологическая стратегия включает также в себя изучение динамики развития в пространстве и во времени искусственно сложившейся экосистемы «подземный объект – массив горных пород – окружающая среда», т. е. геомониторинг.

Необходимость усиления роли геомониторинга в подземном строительстве обусловлена следующим.

Масштабы технического воздействия человека на окружающую среду в результате освоения подземного пространства городов в ряде случаев достигают, а в некоторых случаях даже превышают уровни естественных процессов перемещения вещества и энергии в природной среде.

При этом реакция природной среды на техногенные воздействия по своим масштабам может существенно превышать масштабный уровень техногенных воздействий, что необходимо учитывать при наблюдении, прогнозе и управлении природно-технической геосистемой (ПТГС) «породный массив – подземное сооружение – окружающая среда».

При техногенном вмешательстве в природную среду в результате подземного строительства не должны превышать некоторые «пределы прочности» среды. При этом природная среда предъявляет со своей стороны «технические условия» к техногенным воздействиям (по количественному уровню, по времени воздействия и др. показателям). При невыполнении этих условий подземные объекты и природно-технические геосистемы в целом могут выйти из устойчивого состояния, что может создать экологически кризисную ситуацию или потребуются меры по стабилизации – управлению устойчивостью ПТГС на основе научно обоснованных прогнозов.

В связи с этим важнейшей проблемой является процесс оптимизации взаимодействия человека и природы, который должен включать всесторонний анализ и прогноз состояния природной среды, ее изменений под влиянием горно-строительной деятельности, научно обоснованное и технологически совершенное использование природных ресурсов, активное регулирование природных и техногенных процессов для поддержания высокого качества окружающей среды, экологически обоснованного проектирования и функционирования ПТГС.

В целях решения этой проблемы с начала 70-х годов на различных иерархических уровнях от глобального (международного) до локального предпринимаются меры по созданию различных видов и систем мониторинга.

Глава 1

Понятие «мониторинг». Общие сведения о мониторинге

1.1. Вопросы прогнозирования и мониторинг

В настоящее время вопросам прогнозирования посвящено много работ. Можно прогнозировать от сегодняшнего дня, от имеющегося базиса знаний и ресурсов, постепенно проникая в будущее. Можно идти иным путем: сначала определить будущие цели и ориентиры, которых хотелось бы достичь в будущем, и уже от них постепенно двигаться к настоящему, увязывая желания с возможностями. Первый путь называется *изыскательским прогнозированием*, ибо изыскиваются пути как бы в неведомое; второй – *нормативным (целевым) прогнозированием*, так как заранее определяется (нормируется) конечная цель. В науках о Земле используются оба эти пути.

Область научного прогноза ныне является существенной частью любого исследования, любой отрасли знаний. Для сознательного воздействия на природные явления необходимо познать их характер и уметь их прогнозировать. В разработке основ различных видов прогнозирования все большее развитие получают математические методы – построение различных моделей на математических принципах.

Прогнозирование является одним из важных инструментов, позволяющих если не ИСКЛЮЧИТЬ, то по крайней мере снизить неопределенность в оценке вновь возникающих факторов и развития неблагоприятной ситуации и с учетом этого принять правильное решение по выходу из нее. В настоящее время предпочтение отдается прогнозированию, основанному на научных методиках, объективно отражающих происходящие в природе и техносфере процессы и влияющие на них факторы. Однако не исключаются и интуитивные прогнозы, базирующиеся на большом опыте и высокой квалификации лиц, высказывающих свой взгляд на развитие событий, предсказывающих их конечный результат.

Прогнозирование – это исследовательский процесс, результатом которого являются вероятностные данные о будущем состоянии прогнозируемого объекта, включая данные о вероятности возникновения аварии или катастрофы и путей их развития, если речь идет, например, о техногенно опасном объекте.

Под прогнозированием техногенных воздействий, связанных с авариями, будем понимать исследовательский процесс, осуществляемый с целью получения вероятностных суждений о возникновении аварии, характере и параметрах сопровождающих ее явлений и воздействий в будущем. *Под прогнозной оценкой техногенных воздействий* имеется в виду сопоставление прогнозируемых параметров, которыми характеризуются возможность возникновения аварии катастрофического характера и сопровождающие ее воздействия на окружающую среду, с научно обоснованными приемлемыми значениями.

В общем случае прогнозирующая система может включать математические, логические и эвристические элементы. На вход системы поступает имеющаяся к настоящему моменту времени информация о прогнозируемом явлении, процессе, объекте; на выходе системы выдаются данные о будущих параметрах явления, процесса (состоянии объекта), то есть прогноз. Блок-схема прогнозирующей системы приведена на рис. 1.1.

Данная блок-схема отражает процесс прогнозирования для какого-либо одного вида техногенного воздействия (аварии определенного вида). Руководствуясь этой схемой, можно

произвести в отдельности прогнозирование каждого из возможных видов техногенного воздействия (аварий или катастроф).

В соответствии с рассматриваемой блок-схемой *первым этапом при прогнозировании* является сбор и анализ необходимой исходной информации, касающейся источников, факторов и параметров процессов, могущих привести к аварии катастрофического характера, антропогенного воздействия, сопровождающего такую аварию в ретроспективе и в настоящее время.



Рис. 1.1. Блок-схема прогнозирующей системы

→ (пунктирная стрелка) вычислительные операции,

→ (сплошная стрелка) исследовательские (аналитические операции)

Значительная часть указанной исходной информации может быть получена в блоке комплексного мониторинга, где предусматривается наблюдение за источниками, факторами антропогенного воздействия и собственно антропогенным воздействием на окружающую среду. Частично исходная информация для прогнозирования вырабатывается также блоком мониторинга, связанным с оценкой уровней антропогенного воздействия. К исходной информации могут быть также отнесены некоторые закономерности протекания процессов в данной предметной области.

Второй этап прогнозирования состоит в создании математической модели процесса техногенного воздействия рассматриваемого вида на окружающую среду, а также методического аппарата для определения неизвестных параметров модели. Указанный методический аппарат разрабатывается с учетом данных ретроспективного анализа моделируемого процесса техногенного воздействия.

При этом важная роль принадлежит установлению эмпирических или подтверждению теоретических закономерностей формирования факторов техногенного воздействия.

При создании модели процесса техногенного воздействия исходят из целей и задач прогнозирования и учитывают интервал упреждения (заданный отрезок времени с момента производства прогноза до момента в будущем, для которого этот прогноз делается).

Третьим этапом прогнозирования является проведение необходимых расчетов и визуализация их результатов. Результаты расчетов должны быть представлены в виде, удобном для оценки антропогенного воздействия на объекты окружающей среды.

На заключительном *четвертом этапе прогнозирования* производится оценка адекватности модели реальным процессам и достоверности получаемой прогнозной информации. При этом могут использоваться различные методы.

Так как будущая ситуация, связанная с техногенным воздействием, зависит от многих факторов стохастической природы и характеризуется неопределенностью, весьма подходящим в данном случае является метод максимума правдоподобия.

Указанный метод основывается на вероятностном подходе. Главная идея метода заключается в определении так называемой функции правдоподобия. В качестве этой функции обычно принимается условная плотность вероятности

$$P(y(a_1, a_2, \dots, a_n), \quad (1.1)$$

где $a_1, a_2, \dots, a_n$ – подлежащие оценке параметры модели; y – выборочные наблюдения (измерения) прогнозируемой величины, например, концентрация вредного вещества в той или иной среде, на участке наблюдения $y_1, y_2, \dots, y_m$.

После определения функции правдоподобия она максимизируется относительно $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$.

Таким образом, решается задача о нахождении наилучшей оценки параметров модели α на основе наблюдений (измерений) прогнозируемой величины y на участке наблюдений $y_1, y_2, \dots, y_m$. По существу, дается ответ на вопрос о том, при каких значениях параметров модели техногенного воздействия наиболее вероятно появление совокупности значений прогнозируемой величины $y_1, y_2, \dots, y_m$.

Широкое применение в задаче прогнозирования находит и достаточно известный метод наименьших квадратов, являющийся частным случаем метода максимального правдоподобия, когда искажения (помехи), накладывающиеся на детерминированную часть прогнозируемого процесса, аддитивны и имеют нормальное распределение.

Кроме упомянутых выше, применяются и иные методы. Например, метод, основанный на определении минимума максимального отклонения параметров детерминированной части модели от их экспериментальных значений, и др.

Математические методы, применяемые для получения прогнозной оценки техногенных воздействий, условно могут быть подразделены на две группы:

- методы математического моделирования процессов распространения вредных веществ, фронтов ударных волн, электромагнитных излучений определенной интенсивности и т. п.;
- методы, основанные на экстраполяции результатов многолетних наблюдений за техногенными воздействиями на определенные моменты времени в будущем.

Методы прогнозирования, связанные с экстраполяцией (статистические методы), обладают определенными особенностями. Прогнозирование производится с помощью модели, выработанной на основе обработки и анализа статистического материала по техногенным воздействиям рассматриваемых видов. Такими методами осуществляется, например, прогнозирование загрязнения воздушной среды городов и промышленных зон вредными химическими веществами, выбрасываемыми производственными и другими объектами при нормальных условиях их эксплуатации.

По результатам прогнозирования производится оценка техногенных воздействий. При этой оценке прогнозируемые параметры, характеризующие техногенные воздействия, сравниваются с их критериальными значениями.

На основе этого сравнения проводится соответствующий анализ и формируются выводы о целесообразности проведения тех или иных природоохранных мероприятий. В этом состоит главный принцип оценки техногенных воздействий.

В числе *критериев уровней техногенного воздействия* могут быть приняты предельно допустимые концентрации тех или иных вредных веществ, допустимые уровни загрязнения поверхностей, предельно допустимые уровни шумов, электромагнитных излучений, тепловых потоков, температурного градиента и т. д. Критериальные значения параметров соответствуют научно обоснованным приемлемым уровням техногенных воздействий.

Анализ и оценка прогнозируемых параметров техногенных воздействий зачастую являются многофакторными и связаны с развязкой неопределенностей. Это требует применения системного подхода и привлечения соответствующего математического аппарата.

Существуют несколько видов и направлений научного прогноза. Различают прогнозы климатические, геологические, гидрогеологические, гидромелиоративные и т. д. Бывают прогнозы кратковременные и долговременные (на год, на пять, на десять лет и более).

В научных прогнозах можно выделить три направления:

- научного предвидения, открытий в различных науках;
- естественного развития природных процессов;
- изучения разнообразных последствий, вызываемых вмешательством человека в природу.

В отдельных областях знаний наука прогнозирования испытывает некоторые затруднения. Особенно это касается прогноза разнообразных последствий, вызываемых вмешательством человека в природу.

Так, еще Ф. Энгельс говорил о так называемых «непредвиденных» последствиях, происходящих в результате воздействия человека на неживую природу, предсказать которые человек еще не может.

В. И. Ленин писал: «...пока мы не знаем закона природы, он, существуя и действуя помимо, вне нашего познания, делает нас рабами «слепой необходимости». Раз мы узнали этот закон, действующий (как тысячи раз повторял Маркс) независимо от нашей воли и от нашего сознания – мы господа природы».

В настоящее время многие виды прогноза включаются в так называемую систему мониторинга (от «monitor» (англ.) – слежение, контроль, наблюдение).

Служба мониторинга РФ, существующая в нашей стране с 1978 г. в системе Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, осуществляет контроль за состоянием окружающей природной среды, изменяющейся под влиянием деятельности человека.

Мониторинг – слежение за какими-то объектами или явлениями; в приложении к среде жизни – слежение за ее состоянием и предупреждение о создающихся критических ситуациях (повышение загазованности воздуха сверх ПДК и т. п.), вредных или опасных для здоровья людей, других живых существ, их сообществ, природных и антропогенных объектов (в том числе сооружений) [5].

Мониторингом также принято называть регулярные, выполняемые по заданной программе наблюдения состояния предварительно выделенного одного или нескольких объектов.

Мониторинг, таким образом, складывается из наблюдения, в т. ч. инструментального, регистрации и архивации, систематизации и анализа результатов наблюдения, включая сопоставление с данными прогноза, разработку инженерных решений и их осуществление.

В мониторинге окружающей природной среды такими объектами наблюдения являются абиотические, биотические среды и факторы техногенного воздействия на них. Программы наблюдения природных сред, природных объектов, растительного и животного мира должны выявлять изменения их состояния и происходящие в них процессы под влиянием техногенной деятельности.

Испытывая на себе результаты разрушающего действия воды, ветра, землетрясений, снежных лавин и т. п., человек издавна реализовал элементы мониторинга, накапливая опыт предсказания погоды и стихийных бедствий. Такого рода знания всегда были и сейчас остаются необходимыми для того, чтобы по возможности снизить ущерб, причиняемый человеческому обществу неблагоприятными природными явлениями и, что особенно важно, уменьшить риск человеческих потерь. Последствия большинства стихийных бедствий необходимо оценивать со всех сторон. Так, ураганы, разрушающие постройки и приводящие к человеческим жертвам, как, правило, приносят обильные осадки, которые в засушливых районах дают значительный прирост урожаев. Поэтому организация мониторинга требует углубленного анализа с учетом не только экономической стороны вопроса, но и особенностей исторических традиций, уровня культуры каждого конкретного региона.

Переходя от созерцания явлений окружающей среды через механизмы приспособления к осознанному и усиливающемуся воздействию на них, человек постепенно усложнял методику наблюдения за природными процессами и вольно или невольно вовлекался в погоню за самим собой. Еще древние философы считали, что в мире все связано со всем, что неосторожное вмешательство в процесс даже, казалось бы, второстепенной важности может привести к необратимым изменениям в мире. Наблюдая за природой, мы долгое время оценивали ее с обывательских позиций, не задумываясь о целесообразности ценности наших наблюдений, о том, что мы имеем дело с самой сложной самоорганизующейся и самоструктурирующей системой, о том, что человек является всего лишь частицей этой системы. И если во времена Ньютона человечество любовалось целостностью этого мира, то теперь одним из стратегических помыслов человечества является нарушение этой целостности, неизбежно вытекающее из коммерческого отношения к природе и недооценки глобальности этих нарушений. Человек изменяет ландшафты, создает искусственные биосферы, организует техногенные биоконплексы, перестраивает динамику рек и океанов и вносит изменения в климатические процессы. Обратные отрицательные связи живой природы все активнее сопротивляются этому натиску человека, приближая его к кризисной черте, за которой род *Homo sapiens* не сможет существовать.

Системы мониторинга являются тем механизмом, который поможет предотвратить стремительное движение человечества к глобальной экологической катастрофе.

Природные катастрофы всегда являлись спутником человеческой активности, как один из элементов эволюции биосферы. Ураганы, наводнения, землетрясения, цунами, лесные пожары и т. п. приносят ежегодно огромный материальный ущерб, поглощают человеческие жизни. Одновременно все более набирают силу антропогенные причины многих катастроф. Регулярные аварии танкеров с нефтью, катастрофа в Чернобыле, взрывы на заводах и складах с выбросами отравляющих веществ и другие не предсказуемые катастрофы – реальность нашего времени. Нарастание числа и мощности аварий демонстрирует беспомощность человека перед лицом приближающейся экологической катастрофы. Отодвинуть ее может только быстрое широкомасштабное внедрение систем мониторинга, которые в настоящее время успешно внедряются в Северной Америке, Западной Европе и Японии.

Управление природной средой весьма многогранно: оно включает изучение различных блоков мониторинга, имеющих прямые связи, как-то: наблюдения – оценка фактического состояния; наблюдения – прогноз; прогноз – оценка прогнозируемого состояния. Особое значение приобретает прослеживание источников загрязнения и установление специальных

критериев оценки состояния среды – так называемых ПДК (предельно допустимых концентраций) и ПДН (предельно допустимых норм). Намечается специальная научная разработка значений предельных допустимых норм и критических нагрузок на экологические системы в целом или на отдельные районы.

1.2. Экологический мониторинг: классификация

Существуют различные подходы к классификации мониторинга: по характеру решаемых задач; по уровням организации; по природным средам, за которыми ведутся наблюдения.

И.П. Герасимов предложил подразделить мониторинг на три главных блока *по масштабам и уровням воздействия*:

- I блок – биоэкологический или санитарный, включающий наблюдения за состоянием окружающей среды с точки зрения ее влияния на здоровье человека;
- II блок – геосистемный или хозяйственный, подразумевающий наблюдения за изменением природных экосистем и преобразованием их в природно-технические;
- III блок – биосферный или глобальный, охватывающий наблюдения за параметрами биосферы в глобальном масштабе.

Г.С. Струмилин выделил следующие виды общего экологического мониторинга *по основным требованиям к его созданию*:

- обеспечение необходимой информацией о количественных и качественных характеристиках среды;
- анализ проявления различных видов деятельности людей, воздействующих на окружающую среду;
- анализ изменений окружающей среды, вызванных этими видами деятельности;
- влияние изменений в окружающей среде на жизнедеятельность людей;
- анализ действенности мер по сохранению и улучшению окружающей среды;
- сравнительный анализ показателей статистики окружающей среды как по отдельным регионам внутри страны, так и в международном масштабе.

По структуре системы мониторинга антропогенных изменений природной среды Ю.А. Израэль [44] предложил разделить его на блоки: «Наблюдения», «Оценка фактического состояния», «Прогноз состояния», «Оценка прогнозируемого состояния» (рис. 1.2). Блоки «Наблюдение» и «Прогноз состояния» тесно связаны между собой, так как прогноз состояния окружающей среды возможен лишь при наличии достаточно репрезентативной информации о ее фактическом состоянии в настоящем и в прошлом. В то же время специфика, целевое назначение прогноза определяют структуру и состав наблюдательной системы, а также требования к ней. Для того, чтобы определить, с одной стороны, возможный эффект воздействия и ущерб от него, а с другой – оценить возможности природной среды противостоять негативным воздействиям, то есть определить экологические резервы элемента биосферы, необходимо дать оценку воздействующих факторов и состояния этого элемента до и после воздействия. Под этими оценками подразумевается знание допустимых нагрузок на окружающую природную среду.

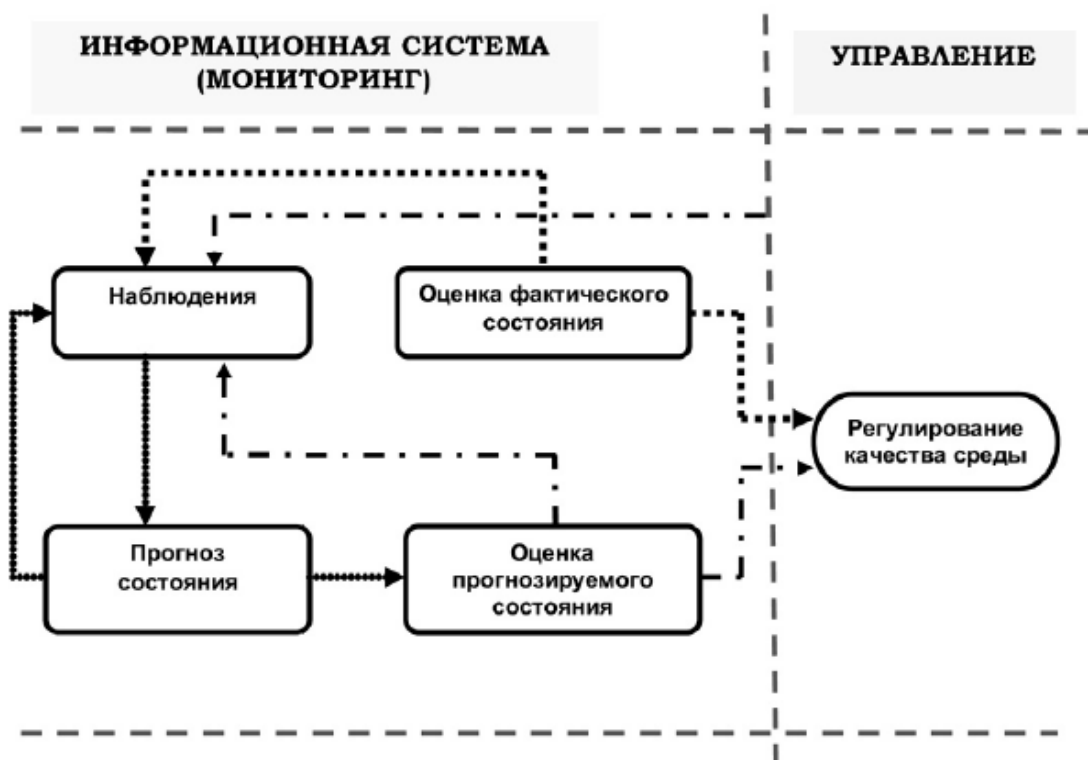


Рис. 1.2. Блок-схема системы мониторинга

Н.Ф. Реймерс выделяет следующие виды мониторинга [109].

Мониторинг базовый – слежение за общебиосферными, в основном природными явлениями без наложения региональных антропогенных влияний.

Мониторинг биологический – 1) слежение за биологическими объектами (наличием видов, их состоянием, появлением случайных интродуцентов и т. д.); 2) мониторинг с помощью биоиндикаторов.

Мониторинг глобальный – слежение за общемировыми процессами и явлениями, включая антропогенные воздействия на биосферу.

Мониторинг импактный – мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных зонах и точках.

Мониторинг окружающей среды – слежение за состоянием окружающей человека природной среды и предупреждение о создающихся критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей и других живых организмов.

Мониторинг региональный – слежение за процессами и явлениями в пределах какого-то региона, где эти процессы и явления могут отличаться и по природному характеру, и по антропогенным воздействиям от базового фона, характерного для всей биосферы.

Программой ООН по окружающей среде – организацией ЮНЕП – выделяется 5 основных видов мониторинга:

- климатические условия;
- крупномасштабный перенос и осаждение загрязняющих веществ;
- здоровье человека;
- возобновляемые природные ресурсы;
- океан.

Соответственно говорят о трех ступенях мониторинга:

• *экологическом* или *санитарно-гигиеническом*, исследующем вопросы климата, загрязнения экологических систем. Под **экологическим** понимается *системным образом*

организованный мониторинг природных сред, природных объектов, геоэкосистем, источников антропогенного воздействия на них. Под источниками антропогенного воздействия следует понимать источники эмиссии (выделения) веществ, энергии и излучений в природные среды, а также изъятие природных ресурсов, нарушение естественной структуры природных сред и их составляющих. *Под геоэкосистемой* – материально-энергетическую систему, состоящую из взаимообусловленных природных компонентов, территориально-промышленных комплексов и систем расселения людей. Понятие геоэкосистема близко к понятию экосистемы, но оно включает как системное целое деятельность человека. Экологический мониторинг позволяет обеспечить постоянную оценку экологических условий среды обитания человека, выявить текущее состояние природных сред и биологических объектов (растений, животных, микроорганизмов и т. д.), а также функциональную целостность экосистем; определить корректирующие действия в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются; установить причины негативного воздействия на природные среды, природные объекты, геоэкосистемы, а также источники их возникновения до того, как будет нанесен значимый ущерб. Таким образом, экологический аспект в наблюдении состояния окружающей среды проявляется в системной организации таких наблюдений;

- *геосистемном или природно-хозяйственном*, изучающем последствия эксплуатации природных ресурсов (истощение сырья);

- *биосферном*, занимающимся глобальными вопросами загрязнения всей планеты и его влияния на климат, погоду.

Приведенная ниже классификация (табл. 1.1) охватывает весь блок экологического мониторинга: наблюдения за источниками и факторами техногенного воздействия, абиотической составляющей биосферы и ответной реакцией экосистем на эти изменения [12].

Таблица 1.1.

Классификация экологического мониторинга

Мониторинг источников воздействия	Источник воздействия			
Мониторинг факторов воздействия	Факторы воздействия			
	Физические	Биологические	Химические	
Мониторинг состояния биосферы	Природные среды			
	Атмосфера	Океан	Поверхность суши с реками и озерами	Биота
	Геофизический мониторинг			Биологический мониторинг

Таким образом, экологический мониторинг включает как геофизические, так и биологические аспекты, что определяет широкий спектр методов и приемов исследований, используемых при его осуществлении.

В соответствии с определенными признаками мониторинг также подразделяется на следующие типы.

По принципам организации:

- подземный;

- наземный;
- аэрокосмический;
- сопряженный (подземно-наземно-аэрокосмический);
- аварийных ситуаций.

По уровням:

- макроуровень;
- микроуровень.

По объектам:

- природные системы;
- антропогенные системы;
- природно-антропогенные системы.

По видам:

- биоэкологический (санитарно-гигиенический);
- геоэкологический (природно-хозяйственный);
- климатический;
- промышленный;
- транспортный;
- энергетический и т. д.

Также экологический мониторинг подразделяются на подвиды:

- ботанический,
- зоологический,
- антропологический и т. д.

Известна также классификация мониторинга, предложенная акад. И. П. Герасимовым, в которой он подразделяется на блоки, каждый из которых имеет свои задачи и базу обеспечения (табл. 1.2).

В 1982 г. В.К. Епишиным были выделены четыре основных аспекта, определяющих окружающую природную среду, и построена четырехмерная классификация подсистем мониторинга, приведенная в табл. 1.3.

Таблица 1.2

Система наземного мониторинга окружающей среды

№ п/п	Блок мониторинга	Объекты мониторинга	Характеризуемые показатели	Службы
1.	Биологический (санитарный)	Приземной слой воздуха Поверхностные и грунтовые воды Промышленные и бытовые стоки и выбросы Радиоактивные излучения	Содержание токсических веществ Физические и биологические раздражители (шумы, аллергены и др.) Степень радиоизлучения	Гидрометеорологическая, водохозяйственная, санитарно-эпидемиологическая
2.	Геосистемный (хозяйственный)	Исчезающие виды животных и растений Природные экосистемы Агросистемы Лесные экосистемы	Функциональная структура природных экосистем и ее нарушения Популяционное состояние растений и животных Урожайность сельскохозяйственных культур Продуктивность насаждений	–
3.	Биосферный (глобальный)	Атмосфера (тропосфера) и озоновый экран Гидросфера	Растительный и почвенный покров, животные Радиационный баланс, тепловой перегрев, газовый состав и запыление Загрязнение больших рек и водоемов; водные бассейны, круговороты на обширных водосборах и континентах Глобальные характеристики состояния почв, растительного покрова и животных. Глобальные запасы CO ₂ и O ₂ . Крупномасштабные круговороты веществ	Международные биосферные станции

Это следующие аспекты: компонентный, целевой, организационно-уровневый, методический. Четырем основным геосферам (компонентам биосферы): атмо-, гидро-, литосфере, живому веществу (биоте) – отвечают подсистемы первого порядка мониторинга окружающей среды, которые могут вступать во всевозможные комбинации на всех пространственно-временных уровнях (этот аспект вынесен за скобки классификации). Счита-

ется, что каждая подсистема мониторинга подразделяется еще на региональные и локальные, оперативные и долгосрочные подсистемы.

Таблица 1.3.

Классификация подсистем мониторинга по В.К. Епишину

Биосфера и ее возможности			Мониторинг ресурсов/ мониторинг загрязнений				
			Уровни организации вещества				
			1	2	3	4	5
МОНИТОРИНГ БИОТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ	Мониторинг живого вещества (биоты)	Мониторинг человека	1101	1101	1100	1100	1100
		Мониторинг биоценоза:					
		• зооценоза	1101	1101	1100	1100	1100
		• фитоценоза	1101	1101	1101	1100	1100
		Мониторинг					
МОНИТОРИНГ АБИОТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ	Мониторинг литосферы	• ландшафта	1101	1101	1101	1100	1100
		• почв	1101	1101	1101	1100	1100
		Мониторинг рельефа	1101	1101	1101	1100	1100
		Мониторинг горных пород суши (мерзлых и талых)	1101	1101	1101	1100	1100
		Мониторинг горных пород шельфа	1101	1101	1100	1100	1100
		Мониторинг подземных вод	1101	1101	1100	1100	1100
		Мониторинг недр (полезных ископаемых и среды)	1101	1101	1101	1100	1100

МОНИТОРИНГ АБИОТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ	Мониторинг гидросферы	Мониторинг ледников и снега	1101	1101	1101	1100	1100
		Мониторинг вод суши	1101	1111	1101	1100	1100
		Мониторинг океана	1111	1111	1111	1100	1100
	Мониторинг атмосферы	Мониторинг тропосферы	1111	1111	1111	1101	1101
		Мониторинг стратосферы	1111	1111	1111	1101	1101

В целевом аспекте выделены две подсистемы: мониторинг загрязнения биосферы и мониторинг ресурсов биосферы (возобновляемых и невозобновляемых). Далее выделены и закодированы цифрами (1, 2, 3, 4, 5) пять уровней организации вещества биосферы, по которым ведется контроль изменений ее состояния. Для каждого живого вещества (биоты) это следующие уровни: живое вещество – отдельный биоценоз – организм – ткань – ген

(молекулярный уровень). Для литосферы: литосфера в целом – геологическая формация – горная порода – минерал – молекула минерала (молекулярный уровень).

В методическом аспекте В.К. Елишин выделяет четыре основных типа натурных наблюдений, увязанные с общей структурой мониторинга окружающей среды: экспедиционные; стационарные (наземные и морские); комплексные фоновые; дистанционные (космоаэрофотосъемка). Типы наблюдений закодированы в классификации с помощью позиционного кода: первую позицию занимают экспедиционные, вторую – стационарные, третью – комплексные фоновые и четвертую – дистанционные. Наличие данного типа наблюдения для конкретной подсистемы кодируется единицей (1), отсутствие – нулем (0).

Рассмотренная классификация дает возможность представить место геоэкологического мониторинга в глобальной системе мониторинга окружающей среды.

1.3. Глобальная система мониторинга окружающей среды

Идея о создании глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС) была высказана на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 г. Однако до сих пор мониторинг на глобальном уровне (т. е. макроуровень) не имеет четко сформулированных целей.

Основные идеи ГСМОС еще в 80-х годах были сформулированы академиком Ю.А. Израэлем, причем отличительной особенностью его концепции было слежение за антропогенными изменениями в окружающей природной среде.

В постановочном аспекте концепция мониторинга была сформулирована в 1971 г. канадским ученым Р. Мэнном, в работе которого отмечено, что *«мониторинг – это система повторных наблюдений одного и более элементов окружающей природной среды в пространстве и времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленной программой»*.

Одним из мероприятий, намеченных Стокгольмской конференцией, было создание Глобальной системы наблюдения (или Оценки окружающей среды) в рамках ЮНЕП, функции которой состояли в оценке и обзоре информации, исследованиях и ведении мониторинга. Эта система была определена как система сбора, сопоставления и обобщения данных, на основе которых определяется экологическое состояние и тенденции его изменения под влиянием деятельности человека. Она может охватывать весь земной шар, регион, отдельную страну, какой-либо район, проект или вещество.

Под мониторингом (в Глобальной системе наблюдения) понималась система наблюдения, сбора и распространения информации с заранее определенными целями для выполнения одной или нескольких из следующих функций:

- установление факта значительного изменения в окружающей среде и обеспечение раннего оповещения о нем;
- изучение уровней и тенденций факторов окружающей среды с целью принятия соответствующих решений и планирования мер по защите окружающей среды;
- проверка соответствия фактического качества окружающей среды установленным критериям и нормам;
- проверка эффективности систем контроля и принимаемых мер;
- обзор и изучение влияния изменений окружающей среды, в частности, на здоровье человека, природные ресурсы и человеческую деятельность;
- изучение воздействия конкретных видов деятельности на окружающую среду с целью принятия решения о необходимости замены некоторых видов этой деятельности.

Позже Глобальная система наблюдения стала называться Глобальной системой мониторинга окружающей среды (ГС МОС). Первое межправительственное совещание по мониторингу состоялось в Найроби в 1974 г. На совещании были сформулированы семь основных целей:

- организация расширенной системы информации об угрозе здоровью человека; оценка глобального загрязнения атмосферы и его влияния на климат; 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 окружающей среды;
- оценка загрязнений океана и влияния загрязнений на морские экосистемы;

- создание усовершенствованной системы предупреждения стихийных бедствий в международном масштабе и выработка списка приоритетных поллютантов для систем.

Под **мониторингом окружающей природной среды** понимается система контроля, наблюдения, оценки и прогноза изменений природной среды, вызванных хозяйственной деятельностью человека, осуществляемая в пространстве и времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленной программой.

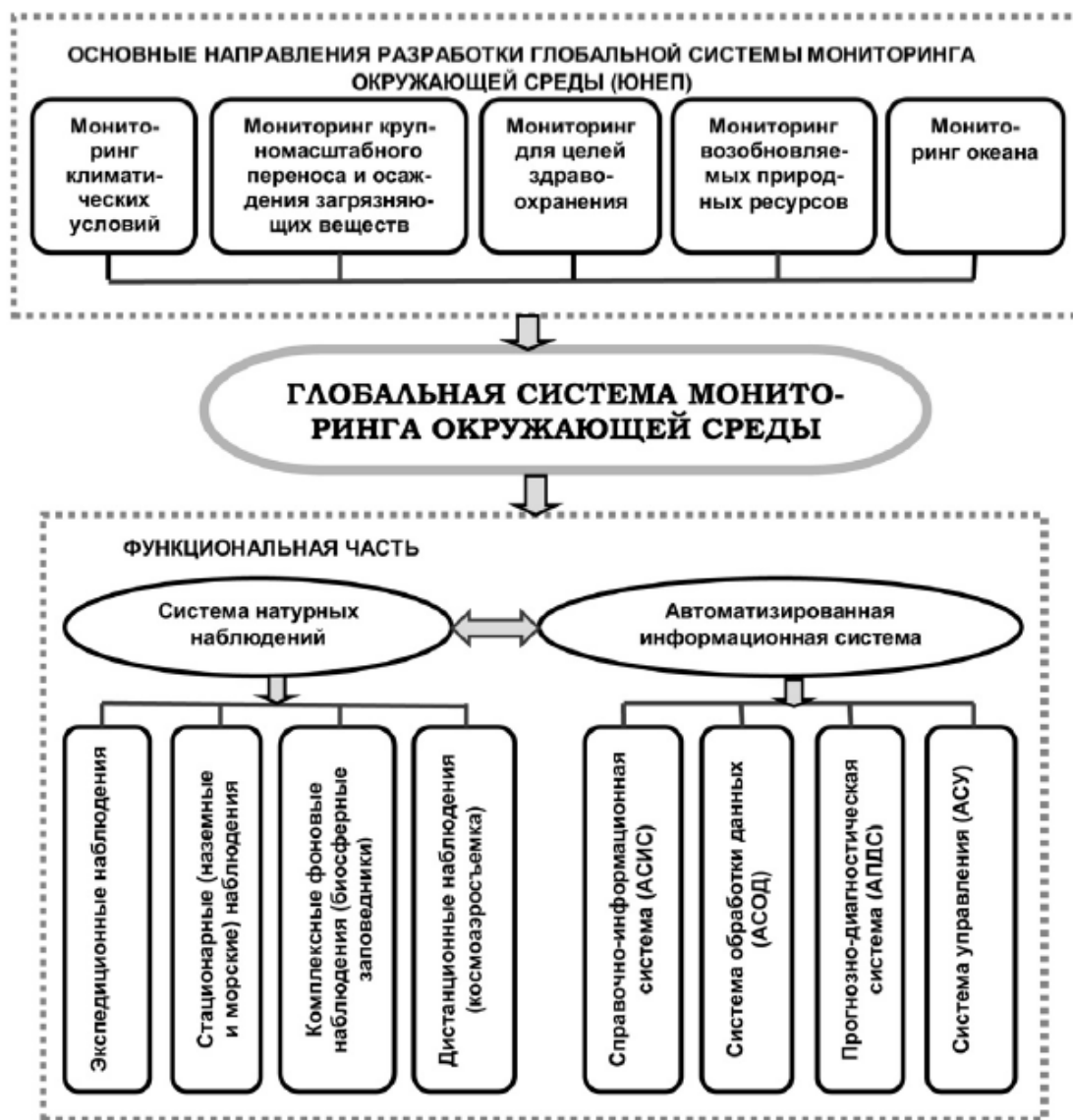


Рис. 1.3. Глобальная система мониторинга окружающей среды

Общая структура ГС МОС показана на рис. 1.3. Работа ГС МОС в рамках ЮНЕП ведется по пяти основным направлениям:

- мониторинг климата;
- мониторинг крупномасштабного переноса и осаднения загрязняющих веществ;
- мониторинг для целей здравоохранения;
- мониторинг возобновляемых природных ресурсов;
- мониторинг океана.

Мониторинг климата осуществляется ГС МОС совместно со Всемирной метеорологической организацией (ВМО/ ООН). Он состоит из станций фонового загрязнения атмосферы.

сферы Всемирной службы погоды (ВСП/ВМО) и Всемирного каталога ледников. С помощью ЮНЕП было создано 100 региональных и 10 базовых станций в разных частях земного шара. Программа наблюдений расширена за счет проведения систематического определения отражающей способности Земли (альbedo) и наблюдения за распространением и изменчивостью глобального снежного покрова и морских льдов. Составление Всемирного каталога ледников осуществляется ЮНЕСКО и Шведским Федеральным технологическим институтом на базе информации, поступающей с 750 ледниковых станций. Результаты измерений фоновое загрязнения воздуха направляются в Климатический центр (ВМО) в Ашвилле (США), где ежегодно с 1971 г. они публикуются в специальных выпусках. В выпусках содержатся сведения о спектральных характеристиках солнечной радиации для целей оценки мутности атмосферы и сведения о химическом составе осадков по 15 показателям. Данные наблюдений за мутностью атмосферы поступают с 86 станций из 19 стран, о химическом составе атмосферных осадков – с 34 станций из 11 стран.

Мониторинг крупномасштабного переноса и осаждения загрязняющих веществ реализует Европейская программа по мониторингу окружающей среды в рамках Европейской экономической комиссии (ЕЭК/ООН). Наблюдательная сеть имеет 86 станций, расположенных в 22 европейских странах. Информация: содержание серы в аэрозолях, сульфатов и основных ионов в атмосферных осадках, серного ангидрида в газообразном состоянии, а также кислотности в атмосферных осадках – поступает в Норвежский институт атмосферных исследований и метеорологические центры в Осло для стран Западной Европы, в Москву для стран Восточной Европы.

Мониторинг для целей здравоохранения осуществляется под руководством Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и координируется ЮНЕП. Он состоит из трех взаимосвязанных частей. ВМО проводит контроль за загрязнением воздуха в городах на 180 станциях в 60 странах. ВМО совместно с ЮНЕСКО (организация ООН по вопросам образования, науки и культуры) контролирует качество воды на 300 станциях. ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) осуществляет контроль продуктов питания. Первый ее проект предусматривает наблюдения за содержанием свинца в овощах и рыбных продуктах и хлорсодержащих углеводородов в молочных продуктах.

Деятельность по мониторингу возобновляемых природных ресурсов осуществляется ФАО и ЮНЕСКО. В программу «Человек и биосфера» (МАБ/ЮНЕСКО) включены исследования по следующим проблемам: опустынивание – проект № 4, истощение и ухудшение тропических лесов – проект № 1, тропические лесопастбищные угодья – проект № 3.

Вопросы мониторинга загрязнения океана являются предметом изучения ряда национальных и международных программ в рамках ЮНЕП, ВМО и МОК. Межправительственной океанографической комиссией (МОК/ЮНЕСКО) были разработаны план Глобальных исследований загрязнения морской среды (ГИЗМС) и Объединенная глобальная система океанографических станций (ОГСОС). Работы по региональному исследованию Средиземного моря осуществляют 83 морских научных института от 16 стран и ЕЭК под руководством ФАО, МАГАТЭ, МОК, ВМО и ВОЗ. С 1979 г. в программу исследований включен мониторинг поступления загрязняющих веществ, переносимых по рекам и воздуху в Средиземное море. Оценка нагрузки от загрязнителей, вносимых большими реками, была начата в рамках проекта ЮНЕСКО по всемирной регистрации речных сбросов в океан.

В 1974 г. в Челси-колледже был создан Центр по изучению различных аспектов мониторинга окружающей среды. Работы проводятся Научным комитетом по проблемам окружающей среды (СКОПЕ/МСНС – Международный совет научных союзов) при поддержке ЮНЕП. Деятельность центра имеет четыре основных направления: изучение требований к мониторингу и оценке; изучение значения и возможностей регионального мониторинга;

обоснование мониторинга через динамику процессов окружающей среды; исследование возможных будущих изменений окружающей среды.

Даже самый общий анализ основных целей программы ГС МОС и основных направлений ее реализации показывает, что мониторинг является сложной иерархической многоуровневой системой.

Как показано на рис. 1.3, функциональная часть ГС МОС включает две подсистемы: систему натуральных наблюдений и автоматизированную информационную систему. Кратко остановимся на содержании и основных функциональных задачах перечисленных подсистем.

Система натуральных наблюдений организована для получения информации о современном состоянии загрязнения окружающей среды, путях и скорости распространения этого загрязнения и слежения за изменением качества окружающей среды. Получение этой информации может осуществляться различными способами (методами). *Экспедиционные наблюдения* – это комплексные исследования изменений природной среды, выполняемые, как правило, с определенной периодичностью, а иногда носящие одноразовый характер. Стационарные наблюдения – это постоянное во времени изучение одного или нескольких изменяющихся компонентов природной среды, осуществляемое в различных масштабах, чаще всего в локальном, по определенной заранее методике и с помощью конкретно для этого разработанного технического средства. *Комплексные фоновые наблюдения* – это стационарные наблюдения, проводимые на территории биосферных заповедников с целью выявления естественной природной изменчивости окружающей среды. Сопоставление результатов стационарных и фоновых наблюдений позволяет выявлять техногенную составляющую изменений природной обстановки, т. е. определить количественные показатели изменяющегося компонента биосферы, вызванные процессами техногенеза. Особое место в системе натуральных наблюдений занимают *дистанционные наблюдения*, основанные на широком использовании аэрофото- и космических снимков. В настоящее время на базе использования дистанционных методов создается аэрокосмический мониторинг, имеющий огромное значение для определения мест, степени и видов загрязнения среды в процессе освоения территории.

Автоматизированная информационная система предназначена для выяснения закономерностей протекания физико-химических, биологических, инженерно-геологических и других процессов, моделирования и прогнозирования загрязнений природной среды и расширения знаний относительно особенностей воздействия загрязнителей на экологические системы, что необходимо при разработке мероприятий по охране здоровья людей и для благополучия нынешнего и будущих поколений, а также для эффективного руководства и управления окружающей средой и рационального использования природных ресурсов.

Автоматизированная справочно-информационная система (АСИС) представляет собой совокупность баз данных, содержащих информацию, получаемую в процессе функционирования системы натуральных наблюдений. Ведение АСИС осуществляется на ЭВМ с помощью системы управления базами данных (СУБД). Функционирование АСИС накладывает жесткие требования на представление информации натуральных наблюдений для ввода ее в ЭВМ, т. е. требует высокого уровня стандартизации и унификации материалов.

Система обработки данных (АСОД) реализована в виде специализированных комплексов программ обработки материалов, которые либо подобраны из существующих стандартных программ, либо составлены исходя из задач, поставленных перед АСОД. Таким образом, АСОД представляет собой программный комплекс, необходимый для обработки материалов о загрязнении природной среды и позволяющий выявлять закономерности и тенденции развития этих загрязнений.

Прогнозно-диагностическая система (АПДС) – это комплекс проблемно-ориентированных программ, базирующихся на глубокой фундаментальной методологической прора-

ботке вопросов моделирования и прогнозирования загрязнений природной среды и выяснении особенностей воздействия загрязнений на различные типы экологических систем. Примером АПДС может служить разработанная и успешно функционирующая в ВЦ РАН концептуальная модель биосферы, которая состоит из трех групп моделей. Первая группа моделей описывает естественную циркуляцию веществ – геохимические циклы; вторая – климат; третья – человеческую активность.

И, наконец, *система управления* (АСУ) предполагает, исходя из наличия информации о современном состоянии биосферы и прогнозах ее изменения в результате освоения территорий, разработку комплекса природоохранных мероприятий, направленных на минимизацию ущерба, наносимого природе в процессе хозяйственной деятельности человека.

Естественные (природные) изменения климата, погоды, температуры происходят сравнительно медленно, за большие отрезки времени. Антропогенные изменения развиваются гораздо быстрее, и последствия их опасны, поскольку могут стать необратимыми. Поэтому для их установления необходимо иметь информацию о первоначальном состоянии окружающей среды, т. е. до начала антропогенного воздействия (либо статистическую, либо реконструированную по результатам наблюдений за донными отложениями в видных объектах, составом ледников и т. п.). Это логично приводит к другому определению глобального мониторинга – фоновому (или фоновому загрязнению). Во всем мире на сегодня действует сеть станций фонового мониторинга, охватывающая все типы экосистем: водные (морские и пресноводные) и наземные (лесные, степные, пустынные и высокогорные). В России также имеются станции комплексного фонового мониторинга, расположенные в биосферных заповедниках и являющиеся частью глобальных международных наблюдательных сетей.

Основными направлениями глобального мониторинга в России являются:

- изучение глобального изменения климата вследствие загрязнения;
- изучение антропогенных воздействий на окружающую среду при распространении загрязняющих веществ на большие расстояния (например, закисления среды под влиянием выбросов серы в атмосферу);
- изучение воздействий загрязнителей, обладающих большой инерционностью, например, кумулятивного эффекта хлорорганических пестицидов.

1.4. Национальный мониторинг России: принципы, цели, задачи и функции

Основными задачами национальной системы мониторинга природной среды являются:

- получение объективной информации, позволяющей оценить уровень загрязнения объектов внешней среды во времени и пространстве на территории страны;
- обеспечение ведомств, ответственных за принятие защитных мероприятий, экстренной информацией о резком изменении уровня загрязнения, а также передача всей полученной информации заинтересованным организациям; составление прогнозов и предупреждений о возможности резкого увеличения уровней загрязнений в воздухе, водах суши, морей.

Данные наблюдений о качестве природных сред предназначены также для оценки эффективности проводимых мероприятий по охране среды и служат основой для долгосрочных прогнозов состояния окружающей среды в стране.

В 1993 г. было принято Постановление Правительства РФ «О создании единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ)». Цель ЕГСЭМ – создать источник объективной комплексной информации о состоянии окружающей среды в РФ. Согласно «Положению о ЕГСЭМ», она осуществляет:

- мониторинг источников антропогенного воздействия на окружающую среду;
- мониторинг загрязнения абиотической компоненты;
- мониторинг биотической компоненты;
- обеспечение создания и функционирования экологических информационных систем.

Таким образом, ЕГСЭМ создается на основе действующих в настоящее время в РФ систем мониторинга, осуществляемого различными методами.

Сравнительно новой структурой являются отраслевые системы производственного экологического мониторинга (ПЭМ). Примером может быть создание в 1997 г. в ОАО «Газпром» (тогда РАО «Газпром») отраслевой системы мониторинга за выбросами вредных веществ и сбросами сточных вод, состоянием воздуха, водной среды и почв в районах расположения объектов ОАО «Газпром». Разработана и внедрена также I очередь системы ПЭМ в нефтяной промышленности.

Единая государственная система экологического мониторинга представляет собой открытую иерархически построенную информационно-измерительно-аналитическую макросистему, которая формируется путем организации системы получения данных и системы управления данными (сбор, хранение, обработка, передача и представление данных), опираясь на следующие *основные принципы*:

- ориентация на систему управления состоянием окружающей среды;
- сетевой принцип организации макросистемы;
- сопряженность с системой экологического нормирования;
- максимальное использование возможностей существующих государственных и ведомственных служб наблюдения.

Таким образом, *основными задачами системы экологического мониторинга* является получение показателей трех основных видов:

- соблюдения качества природных сред;
- диагностики;
- раннего предупреждения.

К числу задач, которые должны быть решены в рамках системы экологического мониторинга, следует отнести также

- разработку и контроль за выполнением федеральных, федерально-территориальных, региональных и территориальных программ наблюдения за экологическим состоянием всей территории страны, отдельных ее регионов и территорий;
- организацию и проведение измерений в рамках федеральных, территориальных и других программ;
- обеспечение достоверности, полноты и сопоставимости измерений и оценок показателей экологической обстановки как по всей стране, так и по отдельным ее территориям;
- управление данными измерений (сбор, обработка, хранение, передача и т. д.);
- организацию и проведение оперативного наблюдения и измерений экологической обстановки в результате природно-техногенных аварий и катастроф;
- разработку и реализацию единой научно-технической политики в области экологического мониторинга.

Основными функциями системы экологического мониторинга являются:

- выделение объекта наблюдения или его структурно-самостоятельной части;
- обследование выделенного объекта наблюдения (скрининг);
- установление информационной модели для объекта наблюдения (установление целевых показателей);
- установление перечня измеряемых и вычисляемых величин и параметров для получения целевых показателей;
- планирование измерений;
- проведение измерений;
- управление данными измерений (сбор, передача, хранение и т. п.);
- оценка состояния объекта наблюдения;
- прогнозирование изменения состояния объекта наблюдения;
- представление информации в удобном для пользователя виде.

Организационно и функционально ЕГСЭМ строится по сотовому принципу, который, с одной стороны, обеспечивает самостоятельность действий отдельных структур ЕГСЭМ, а с другой – позволяет объединить все самостоятельные структурные элементы в систему на основе:

- единых подходов к методологии выделения, наблюдения и информационного описания объектов наблюдения;
- обеспечения достоверности и сопоставимости данных наблюдений и измерений;
- разработки и реализации программ наблюдения, а также контроля их выполнения;
- способов и методов информационного взаимодействия между сотовыми элементами.

Выбор объектов наблюдения в рамках ЕГСЭМ должен опираться на принципы ландшафтного районирования территорий.

При формировании программ наблюдения следует исходить из необходимости наблюдения за антропогенными нагрузками на природно-техногенные объекты, контроля за соблюдением экологических и санитарно-гигиенических нормативов. Необходимо также предусматривать возможность установления собственно экологических нормативов на основе данных наблюдений с учетом местных и региональных природных и техногенных условий.

В бывшем СССР Постановлением Совета Министров СССР 1972 г. была создана и активно функционировала с 1977 г. Государственная служба наблюдений (ГСН). В 1996 г. принято Постановление Правительства РФ о Федеральной службе России по гидрометеорологии и мониторингу природной среды (Росгидромет). В сферу ее деятельности входят наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха, почв, водных объектов (морских и пресноводных), за трансграничным переносом веществ, загрязняющих атмосферу, а также специальные работы по мониторингу радиоактивного загрязнения, закисления; фоно-

вый мониторинг, комплексные обследования загрязненности природных сред промышленных районов с интенсивной антропогенной нагрузкой.

ГСН проводит следующие основные виды наблюдений:

- за состоянием загрязнения воздуха в городах и промышленных районах;
- за состоянием загрязнения почв;
- за состоянием загрязнения пресных и морских вод;
- за трансграничным переносом веществ, загрязняющих атмосферу;
- комплексные наблюдения за загрязнением природной среды и состоянием растительности;
- за химическим и радионуклидным составом и кислотностью атмосферных осадков и загрязнением снежного покрова.

Наблюдения за загрязнением атмосферы проводятся регулярно в 228 городах и населенных пунктах Российской Федерации на 623 стационарных постах Росгидромета. В большинстве городов измеряются концентрации от 5 до 25 веществ.

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям производятся в 6 гидрографических районах на 133 водных объектах по 323 створам. Программа наблюдений включает от 2 до 6 показателей. Наблюдениями за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям охвачены 1182 водных объекта, на которых находится 1810 пунктов (2482 створа).

Наблюдения за загрязнением морской среды по гидрохимическим показателям проводятся на 160 станциях в прибрежных районах 8 морей, омывающих территорию Российской Федерации. В отобранных пробах определяются до 24 ингредиентов.

Сеть станций наблюдения трансграничного переноса веществ ориентирована на западную границу Российской Федерации. В настоящее время работают 4 станции. На станциях наблюдений производится отбор и анализ атмосферных аэрозолей, газов (диоксидов азота и серы) и атмосферных осадков.

Пунктами *сети наблюдений за загрязнением почв* являются сельскохозяйственные угодья (поля), отдельные лесные массивы зон отдыха (парки, санатории, дома отдыха и т. д.) и прибрежные зоны. Отбор почв производился в хозяйствах, расположенных на территориях 190 районов (543 пункта). В отобранных пробах определялись пестициды 21 наименования.

Наблюдение за загрязнением почв ингредиентами промышленного происхождения проводится в районе 41 города. В отобранных пробах определяется до 24 ингредиентов промышленного происхождения.

Сеть комплексного мониторинга загрязнения природной среды и состояния растительности насчитывает 30 постов.

Посты наблюдений организованы: вокруг крупных промышленных предприятий, где отмечаются серьезные повреждения лесов на достаточно больших площадях; в ценных лесах, отнесенных к памятникам природы; в районах ввода в действие новых крупных промышленных предприятий, выбросы которых в ближайшее время могут привести к ослаблению и повреждению лесонасаждений. Наблюдения проводятся на постоянных пробных площадях.

Сеть станций, осуществляющих наблюдения за химическим составом и кислотностью осадков, состоит из 110 станций федерального уровня, отбирающих на химический анализ суммарные пробы, и 105 пунктов, на которых в оперативном порядке измеряется только величина рН. Пробы осадков на содержание от 11 до 20 компонентов анализируются в 8 кузовных лабораториях.

Система контроля загрязнения снежного покрова на территории России осуществляется на 536 пунктах. В пробах определяются ионы сульфата, нитрата аммония, значения рН, а также бензпирен, тяжелые металлы.

Система фоновой мониторинга ориентирована на получение информации о состоянии природной среды на территории Российской Федерации, на основании которой проводятся оценки и прогноз изменения этого состояния под влиянием антропогенных факторов.

На территории России находятся 5 станций комплексного фоновой мониторинга, которые расположены в биосферных заповедниках: Воронежском, Приокско-Террасном, Астраханском, Кавказском, Алтайском.

Создание сети станций фоновой мониторинга требует решения многих сложных задач. Одна из них – получение представительных данных. Решение этой задачи определяется, во-первых, выбором репрезентативных районов размещения станций и наблюдательных полигонов относительно изучаемого региона и, во-вторых, используемыми методами получения фоновых характеристик, их анализа и обобщения.

В типовую программу наблюдений на станциях комплексного фоновой мониторинга входит определение следующих веществ:

1 – в атмосферном воздухе – свинца, ртути, кадмия, мышьяка, сернистого газа, сульфатов, 3,4-бензпирена, озона, окиси и двуокиси азота, ДДТ и его метаболитов, изомеров ГХЦГ, взвешенных частиц;

2 – в атмосферных осадках, поверхностных водах – свинца, ртути, кадмия, мышьяка, 3,4-бензпирена, ЛДТ и его метаболитов, изомеров ГХЦГ, общего содержания азота, общего содержания фосфора, pH, ионов сульфатов, хлоридов, аммония, магния, калия, натрия, кальция;

3 – в донных отложениях, почвенном и растительном покрове – свинца, ртути, кадмия, 3,4-бензпирена, ЛДТ и его метаболитов, изомеров ГХЦГ, общего содержания азота, общего содержания фосфора, калия.

Наблюдения на станциях проводятся регулярно и совмещаются с метеорологическими, гидрологическими и геофизическими наблюдениями.

Комплексные исследования включают:

- проведение постоянных наблюдений (фоновой мониторинга) и определение фоновых показателей (параметров), характеризующих современное состояние биосферы и ее техногенные изменения;
- проведение постоянных, периодических и нерегулярных целевых исследований различных экосистем для выбора научно обоснованных параметров контроля состояния окружающей среды и их влияния на здоровье и благосостояние человека;
- сохранение природных экосистем и генофонда растений и животных и разработка научных основ природоохранных мероприятий (прежде всего для систем природных заповедников);
- проведение научных исследований по различным научным международным проектам (МАБ и другие).

Отбор проб природных вод, донных отложений, почвы и растений, предусматривающий получение характерного для данного района статистически усредненного образца, не представляет большой сложности. Представительность пробы при этом определяется правильностью выбора точек отбора.

Для определения содержания тяжелых металлов в образцах применяют высокочувствительные методы активации и полярографии. Хорошую производительность имеют инструментальные методы анализа: рентгено-флюоресцентный, нейтронно-активационный и эмиссионный. На станциях фоновой мониторинга широко используется метод атомной адсорбции. Создание государственной системы фоновой мониторинга России является частью плана организации Глобальной системы мониторинга окружающей среды.

Наблюдения за радиационной обстановкой окружающей среды на стационарной сети осуществляются на 1312 пунктах.

Для выявления закономерностей миграции и трансформации загрязняющих веществ, учитывая пространственную и временную изменчивость их состояния и концентрации, выделяют пять основных зон наблюдения:

- зона выброса – источник загрязнения;
- импактная зона – территория непосредственного влияния источника загрязнения;
- фоновая зона – территория за пределами непосредственного влияния источника загрязнения;
- зона контакта загрязняющих веществ с наземными объектами в пределах импактной зоны;
- зона биологической миграции и трансформации загрязняющих веществ в трофических цепях.

Наблюдения проводятся систематически в соответствии с разработанной программой наблюдений, которая предусматривает их проведение в строго установленных местах и в точно определенные сроки. Для унификации методов наблюдений разрабатываются ГОСТы на методы анализа, создаются средства метрологического обеспечения для сети массовых анализов, ведутся планомерная разработка и выпуск приборов для контроля за загрязнением. Для применения наиболее эффективных мер по борьбе с загрязнителями природной среды необходимо использовать *информацию об источниках загрязнения* и выбросах загрязняющих веществ этими источниками. Для ограничения выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду устанавливаются величины предельно допустимых выбросов (ПДВ), которые зависят от технических и экономических возможностей; ПДВ должны ступенчато (поэтапно) снижаться до значений предельно допустимых экологических нагрузок (ПДЭН).

Выполняется несколько видов работ: режимные наблюдения, оперативные работы, специальные работы.

Режимные работы проводятся систематически по ежегодным программам, на специально организованных пунктах наблюдений. В целом подсистема натурных режимных наблюдений включает:

- сеть станций наблюдения, расположенных в районах непосредственного техногенного воздействия (импактной зоне);
- сеть региональных станций в промежуточных районах, куда загрязняющие вещества поступают путем местных миграционных процессов;
- сеть базовых станций в районах, куда загрязнения могут поступать вследствие глобального распространения.

Необходимость выполнения *оперативных работ* зависит от случаев аварийного загрязнения природной среды или стихийных бедствий; эти работы выполняются при чрезвычайных ситуациях.

Специальные работы, например мониторинг эвтрофирования, мониторинг пестицидного загрязнения и т. д., выполняются в связи с увеличением значимости различных антропогенных факторов в развитии изменений в природных экосистемах.

Сеть наблюдений Росгидромета считается его оперативно-производственным подразделением. Научно-методическое руководство работами по мониторингу загрязнения природной среды осуществляют научно-исследовательские институты Росгидромета.

Комплексное обследование загрязнения окружающей природной среды – это исследование, включающее согласованные во времени и пространстве наблюдения за уровнем химического загрязнения в различных компонентах природной среды: атмосферном воздухе, почвенном и снежном покровах, поверхностных водах, донных отложениях, биоте в промышленном районе с интенсивной антропогенной нагрузкой – и получение дополнительной информации, связанной с загрязнением.

Целью работ является получение наиболее полной информации о состоянии и причинах загрязнения окружающей среды.

В задачи обследования входит:

- всесторонний анализ состояния и оценка тенденций загрязнения;
- оценка негативного антропогенного воздействия на фоне природных процессов;
- выявление критических источников и факторов воздействия;
- выявление наиболее подверженных негативному воздействию компонентов окружающей среды и приоритетных загрязняющих веществ;
- анализ причин загрязнения.

Основные виды комплексных обследований:

- рекогносцировочное;
- детальное с целью получения наиболее полной информации;
- оперативное с целью получения экстренной информации и принятия срочных мер по защите населения, природных объектов и уменьшению ущерба от загрязнения.

Программа работ определяется в зависимости от целей и задач конкретного обследования, а также от вида обследования. Наряду с химическими методами используются методы биотестирования токсичности, биоиндикации, химико-биологического натурного моделирования. Проводятся расчеты аварийных зон потенциально возможных источников загрязнения сильнодействующими ядовитыми веществами.

Комплексные обследования дополняют информацию, получаемую в ходе режимных наблюдений Росгидромета. Привлекаются также сведения по отдельным медицинским и биологическим показателям, изменяющимся под влиянием загрязнения. Эти сведения получают в органах здравоохранения, учреждениях биологического и сельскохозяйственного профиля. Научно-методическое руководство работами по комплексному обследованию осуществляет Институт глобального климата и экологии (ИГКЭ) Росгидромета.

Одной из серьезнейших проблем создания системы экологического мониторинга является недостаточная разработанность научной базы, поэтому (и в силу ряда объективных причин) мониторинг должен носить адаптивный характер, т. е. система сбора, организации и обработки информации должна по мере наполнения фактическими данными постоянно корректироваться, причем основа такой корректировки – теоретическое осмысление собранной информации. Данные мониторинга нужны как при принятии управленческих решений, так и при разработке теоретических основ экологического мониторинга.

Подход к мониторингу природных экосистем с учетом их свойств должен учитывать следующие обстоятельства.

1) Одно из существенных отличий экологических систем, ядро которых составляют биологические взаимосвязи, от других типов сложных саморегулируемых систем заключается в негладкости ответов экосистем на внешние воздействия, вытекающих из нелинейности взаимосвязей как внутри систем, так и между их компонентами и внешними факторами, а также существенной пространственно-временной дискретности, в том числе и временных запаздываний в реакциях. С одной стороны, данное свойство объективно затрудняет прогноз поведения систем, особенно высших рангов, с другой – именно оно определяет возможность резких изменений отдельных компонентов в ответ на слабые изменения внешних факторов, что служит основанием для выбора индикаторных биологических объектов, обладающих повышенной чувствительностью.

2) Природные комплексы обладают существенной пространственной неоднородностью – их динамика носит пространственно-временной характер. Особенно важно учитывать данное фундаментальное свойство при наблюдении за антропогенными воздействиями, обращая особое внимание на пространственное распределение последних. Пространственная компонента динамики экологических систем определяет перенос вещества, энергии и

информации с одних территорий на другие как в результате естественных процессов, так и в качестве реакции на внешнее воздействие. Пространственные связи могут в определенной степени компенсировать нанесенный ущерб природным комплексам более крупного масштаба.

3) Реакции биологических объектов на внешние воздействия носят, как правило, неспецифический характер, что затрудняет определение причин, ведущих к изменению состояния биотической среды.

4) Вследствие огромного разнообразия экосистем и условий их функционирования, каждая конкретная экосистема обладает выраженной уникальностью и поэтому требует индивидуального подхода к оценке ее состояния и прогнозу ее динамики.

Как уже упоминалось выше, уровень современных биологических знаний, с одной стороны, и несистематичность, разрозненность данных даже по наиболее изученным экосистемам, с другой, обуславливают существенную нехватку информации о структуре и функционировании экосистем, нужной для оптимальной организации их мониторинга.

1.5. Правовая, нормативная и экономическая база мониторинга

Правовое обеспечение охраны окружающей среды и здоровья человека от воздействия загрязняющих веществ реализуется различными отраслями законодательства: конституционного, гражданского, уголовного, административного, здравоохранительного, природоохранительного, природоресурсного, а также нормативно-правовыми актами, международными конвенциями и соглашениями, ратифицированными Россией.

Конституцией России закреплено право каждого гражданина на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан от 22 июля 1993 г. наряду с регулированием административных отношений обеспечивают защиту экологических прав граждан: гарантируют право на охрану здоровья и право на информацию о факторах, влияющих на здоровье. Особо закреплены права граждан на охрану здоровья в неблагоприятных районах и права граждан на обжалование действий государственных органов и должностных лиц в области охраны здоровья.

Закон Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 19 апреля 1991 г. регулирует отношения по обеспечению такого состояния здоровья и среды обитания людей (условия работы, учебы, быта, отдыха, проживания и т. п.), при котором отсутствует вредное влияние факторов среды на организм человека и созданы благоприятные условия для его жизнедеятельности. Основная ответственность за это возлагается на государство в лице законодательной и исполнительной власти. Однако закон исходит также из того, что обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения – составная часть управленческой, социальной и производственной деятельности всех государственных органов, предприятий, общественных объединений. Закон возлагает на предприятия обязанность осуществления производственного, санитарного и экологического контроля с целью предотвращения загрязнения окружающей среды, обеспечения безопасных условий труда, выпуска продукции, не причиняющей вреда здоровью человека, и др.

Земельный кодекс Российской Федерации ставит своей задачей регулирование земельных отношений в целях рационального использования земель и их охраны, воспроизводства плодородия почв, сохранения и улучшения природной среды. Понятие «охрана земель» включает в себя в том числе и защиту земель от загрязнения отходами производства, химическими веществами.

Отдельные аспекты охраны окружающей среды и здоровья населения отражены в федеральных законах Российской Федерации:

- «Основы лесного законодательства Российской Федерации»,
- «О животном мире»,
- «Об особо охраняемых природных территориях»,
- «О континентальном шельфе»,
- «О мелиорации земель»,
- «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах».

Административным кодексом Российской Федерации установлена административная ответственность за различные нарушения в области охраны окружающей среды: превышение нормативов ПДВ или временно согласованных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; превышение нормативов предельно допустимых вредных физических воздействий на атмосферный воздух; выброс загрязняющих веществ в атмосферу без разрешения спе-

циально уполномоченных на то государственных органов и др. Уголовным кодексом Российской Федерации, принятым 13 июня 1996 г. и введенным в действие с 1 января 1997 г., предусмотрена уголовная ответственность за экологические преступления.

Конституция Российской Федерации устанавливает, что «...общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Российской Федерации являются составной частью ее правовой системы. Если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем предусмотренные законом, то применяются правила международного договора».

К числу важнейших международных соглашений, ратифицированных Россией, относятся Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (1979 г.) и Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (1989 г.). В соответствии с Законом «О ратификации Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением» от 25 ноября 1994 г., Постановлением Правительства Российской Федерации от 1 июля 1995 г. «О первоочередных мерах по выполнению Федерального закона «О ратификации Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением»»,

Постановлением Правительства Российской Федерации от 1 июля 1996 г. «О государственном регулировании и контроле трансграничных перевозок опасных грузов», которым утверждено Положение о государственном регулировании трансграничных перевозок опасных отходов, Россия запретила импорт и транзит отходов, содержащих соединения свинца, а трансграничные перевозки съема свинцового, изгари свинцовой, шлама свинцового и свинецсодержащих отходов и экспорт отходов, содержащих соединения свинца, подлежат государственному регулированию.

Материалы по предупреждению воздействия выбросов автотранспорта, работающего на этилированном бензине, появились почти полвека назад. В 1947 г. Всесоюзной госсанэпсией были утверждены «Правила по хранению, перевозке и применению этилированного бензина».

Плата за загрязнение взимается с природопользователей (предприятий, учреждений, организаций и других юридических лиц) независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющих следующие виды воздействия на окружающую природную среду:

- выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников;
- сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, а также любое подземное размещение загрязняющих веществ;
- размещение отходов.

Базовые нормативы платы за выбросы и сбросы конкретных загрязняющих веществ определяются как произведение удельного экономического ущерба в пределах допустимых нормативов выбросов, сбросов на показатели относительной опасности конкретного загрязняющего вещества для окружающей природной среды и здоровья населения. Базовые нормативы платы за размещение отходов являются произведением удельных затрат на размещение единицы (массы) отходов IV класса токсичности на показатели, учитывающие класс токсичности отходов.

1.6. Положения государственных стандартов по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций

Мониторинг опасных природных процессов и явлений – это система регулярных наблюдений и контроля за развитием опасных природных процессов и явлений в окружающей среде, факторами, обуславливающими их формирование и развитие, проводимых по определенной программе, выполняемых с целью своевременной разработки и проведения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с опасными природными процессами и явлениями, или снижению наносимого их воздействием ущерба.

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций – опережающее отражение вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа возможных причин ее возникновения, источника в прошлом и настоящем.

Прогнозирование может носить долгосрочный, краткосрочный и оперативный характер.

Прогнозирование антропогенных воздействий на окружающую среду – заблаговременное предсказывание видов, форм, величины и возможных масштабов антропогенных воздействий на окружающую среду, основанное на изучении тенденций развития системы природопользования и перспектив хозяйственного и научно-технического развития общества.

Прогнозирование техногенных чрезвычайных ситуаций – опережающее отражение вероятности появления и развития техногенных чрезвычайных ситуаций и их последствий на основе оценки риска возникновения пожаров, взрывов, аварий и катастроф.

Основные положения по составу системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций состоит из следующих основных элементов:

- организационной структуры;
- общей модели системы, включая объекты мониторинга;
- комплекса технических средств;
- моделей ситуации (моделей развития ситуаций);
- методов наблюдений, обработки данных, анализа ситуаций и прогнозирования;
- информационной системы.

Организационная структура в общем случае включает в себя:

- орган управления системы мониторинга соответствующего уровня;
- службу наблюдения и контроля (совокупность постов, станций наблюдения и контроля);
- службу сбора и обработки информации и выработки рекомендаций по комплексу мероприятий, направленных на предупреждение возникновения чрезвычайных ситуаций или уменьшение их вредного воздействия на окружающую среду и человека;
- службу технического обеспечения деятельности системы.

Общая модель системы мониторинга отражает возможность развития следующих чрезвычайных ситуаций:

- природных, источником которых являются природные процессы и явления, установленные в ГОСТ Р 22.0.03 и ГОСТ Р 22.0.06;
- биолого-социальных, установленных в ГОСТ Р 22.0.04;

- техногенных, установленных в ГОСТ Р 22.0.05;
 - чрезвычайных ситуаций в результате применения современных средств поражения: ядерного, биологического, химического оружия и других специальных средств поражения.
- Комплекс технических средств* должен удовлетворять целям наблюдения и контроля:
- обеспечивать осуществление измерения требуемых параметров;
 - обладать необходимой для оценки состояния окружающей среды точностью, достоверностью, оперативностью, уровнем автоматизации (в соответствии с моделью чрезвычайных ситуаций).

Модели чрезвычайных ситуаций (модели развития ситуаций) должны содержать:

- общее описание ситуаций в зависимости от процесса проявления;
- комплекс характеристик, входных измеряемых параметров состояния, позволяющих идентифицировать ситуацию в целом и отдельные этапы ее развития;
- критерии принятия решений.

Методы наблюдения и контроля должны содержать:

- описание наблюдаемых процессов, явлений и перечень наблюдаемых параметров;
- значения наблюдаемых параметров, принятых в качестве нормальных, допустимых и критических;

- режим наблюдений (непрерывный или периодический);
- точность измерений наблюдаемых параметров;
- правила (алгоритм) обработки результатов наблюдений и форму их представления.

Методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций включают:

- описание прогнозируемых процессов, явлений;
- перечень исходных данных для прогнозирования;
- правила оценки репрезентативности исходных данных;
- алгоритм прогноза (включая оценку достоверности результатов) и требования к программному и техническому обеспечению;
- перечень выходных данных.

Информационная система мониторинга представляет собой распределенную автоматизированную систему оперативного обмена информацией и содержит сеть центров коммутации и абонентских пунктов, обеспечивающую обмен данными, подготовку, сбор, хранение, обработку, анализ и рассылку информации. Система должна обеспечивать безопасность и конфиденциальность информации, а также свободный доступ абонентам. Информационная система мониторинга должна иметь организационное, программное, техническое, математическое, методическое, лингвистическое, метрологическое и правовое обеспечение.

Нормативное обеспечение мониторинга окружающей среды и прогнозирования чрезвычайных ситуаций включает:

- законодательные акты;
- нормативные документы по стандартизации: государственные и межгосударственные стандарты;
- нормативные документы, положения и правила, утверждаемые уполномоченным органом государственного управления.

1.7. Роль и место системы экологического мониторинга в управлении состоянием окружающей среды

Реализация государственной политики в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности требует применения эффективной системы принятия решений или системы управления, которая должна опираться на достоверную информацию о состоянии природных сред, источников антропогенного воздействия на них, реализованных и возможных последствиях таких воздействий. Формируя структуру информационной поддержки системы принятия решений, следует прежде всего получить ответы на ряд принципиальных вопросов: что представляет собой объект управления? каким образом можно воздействовать на объект для управления его состоянием? чего мы хотим добиться в результате воздействия на объект управления? Ответы на эти вопросы позволяют сформировать модель окружающей среды и определить те управляющие воздействия, реализация которых позволяет достичь планируемого состояния управляемого объекта.

Информационная система мониторинга техногенных изменений является составной частью системы управления, взаимодействия человека с окружающей средой (системы управления состоянием окружающей среды), поскольку информация о существующем состоянии природной среды и тенденциях ее изменения должна быть положена в основу разработки мер по охране природы и учитываться при планировании развития экономики. Результаты оценки существующего и прогнозируемого состояния биосферы в свою очередь дают возможность уточнить требования к подсистеме наблюдений, что составляет научное обоснование мониторинга (обоснование состава, структуры сети и методов наблюдений).

На рис. 1.4 показано место мониторинга в системе управления (регулирования) состоянием окружающей природной среды. На схеме условно совмещены энергетические и информационные потоки.

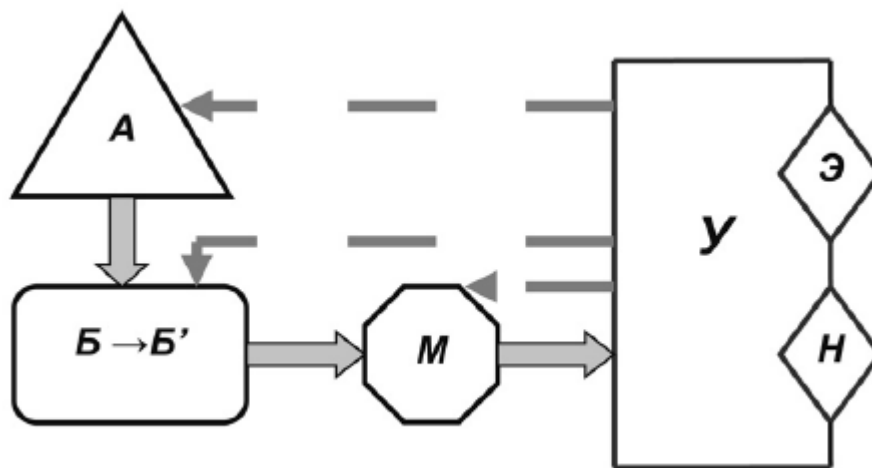


Рис. 1.4. Место мониторинга в системе управления состоянием природной среды

Элемент биосферы с уровнем состояния B , подвергаясь воздействию (A), меняет свое состояние ($B \rightarrow B'$).

С помощью системы мониторинга (M) получается «фотография» этого измененного, а по возможности и первоначального состояния, производится обобщение данных, анализ и оценка фактического и прогнозируемого состояния. Эта информация передается в блок управления (Y) для принятия решения. На основании этой информации в зависимости от

уровня научно-технических разработок (H) и экономических возможностей ($\mathcal{E}$), с учетом эколого-экономических оценок принимаются меры по ограничению или прекращению техногенных воздействий. Совершенствуется и система мониторинга.

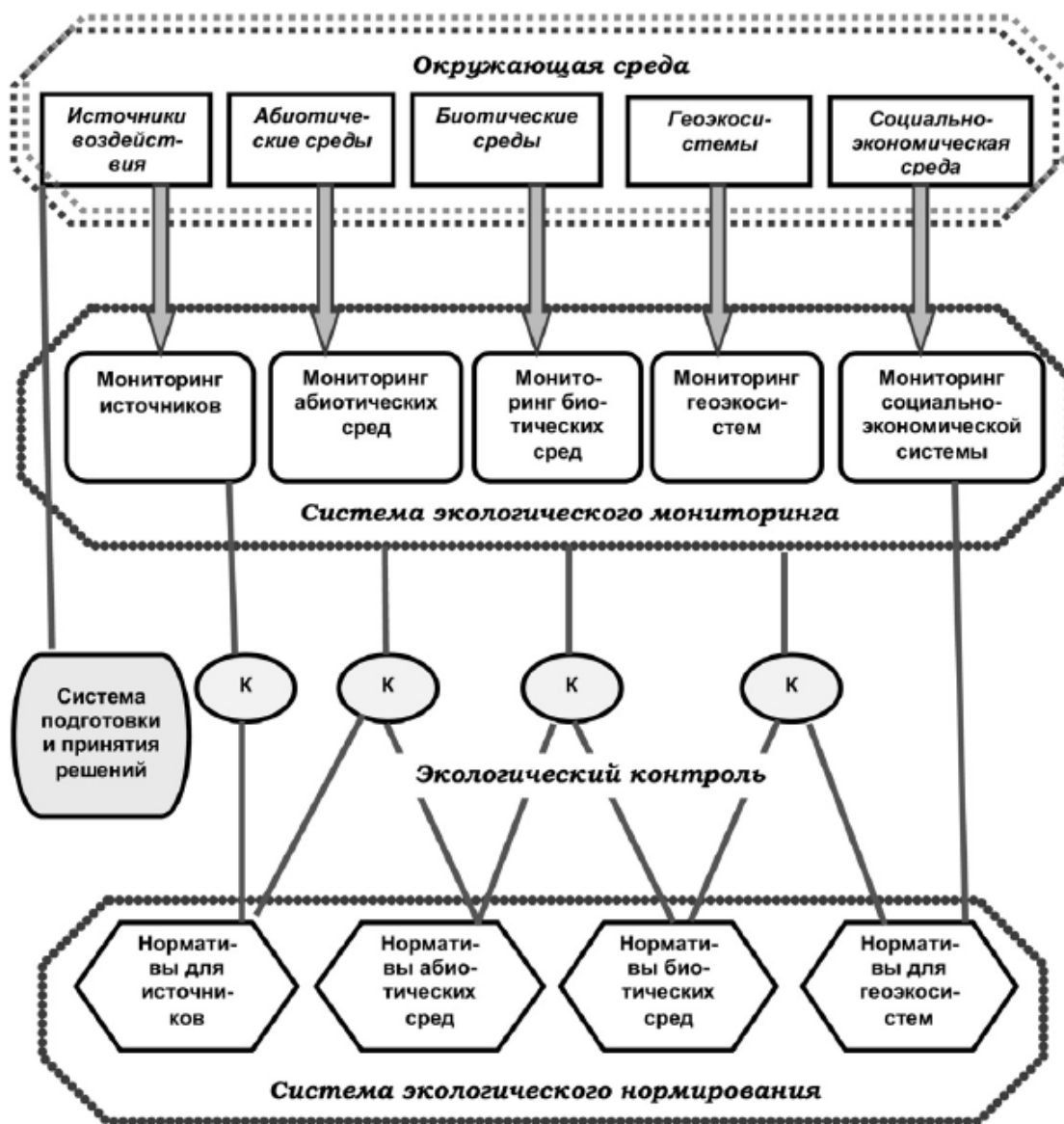


Рис. 1.5. Структурная модель управления состоянием окружающей среды

Определяя структуру объекта управления, следует иметь в виду, что окружающая среда представляет собой сложную динамическую систему, в которой многие процессы и явления слабо изучены либо вообще не исследованы. Это обстоятельство создает трудности в принятии решений по регулированию (управлению) состояния среды, так как приниматься они будут в условиях неопределенности информации о состоянии управляемого объекта. Важная роль при этом отводится выбору модели объекта управления как схемы соотнесения между собой характеризующих объект переменных. Модели могут принимать самую разную форму отображения реальной природно-техногенно-социальной системы с различной степенью детальности и целевой направленности. Уровень детализации модели, который делает ее полезной, определяется прежде всего ее планируемым использованием. В этой связи может быть предложена следующая прагматическая модель объекта управления (рис.

1.5), состоящая из источников антропогенного воздействия; абиотических сред, включая атмосферный воздух, поверхностные воды, геологическую среду; биотических сред, включая растительный и животный мир; геоэкосистемы; социально-экономической системы.

В предложенной модели управляемым элементом являются только источники антропогенного воздействия, состояние остальных элементов может изменяться либо за счет неуправляемых природных (естественных) процессов, либо за счет изменения антропогенной нагрузки на них путем управления состоянием антропогенных источников воздействия.

Как элемент объекта управления геоэкосистема имеет исключительно важное значение, так как именно в состоянии геосистемы в наиболее концентрированном виде проявляется как прямое, так и опосредованное воздействие на природу.

Рассмотренная модель позволяет предложить многоконтурную схему управления состоянием окружающей среды с обратными связями антропогенного воздействия на нее. Схема ориентирована на формирование управляющих воздействий на основе принятия решений соответствующими административными лицами. При этом учитывается, что организационному управлению поддается только один структурный элемент: источники антропогенного воздействия.

Первый контур управления связан с реализацией именно этих функций управления. В состав контура управления входят такие элементы, как система мониторинга антропогенных источников; система контроля состояния антропогенных источников; система подготовки и принятия организационных решений. Контроль источников антропогенного воздействия осуществляется путем сравнения их текущего состояния с нормативно заданным, которое в данном контуре управления играет роль внешне заданного критерия управления. Фиксация отклонения текущего состояния источников от нормативно заданного для них состояния приводит к генерации сигнала на активизацию системы подготовки и принятия решений. Активизация управляющей системы будет продолжаться до тех пор, пока не будет достигнуто соответствие текущего состояния источников с нормативным.

Второй контур управления связан с регулированием состояния абиотических сред и включает в свой состав системы мониторинга абиотических сред; контроля состояния абиотических сред; подготовки решений, направленных на изменения нормативов состояния источников.

Контроль абиотических сред осуществляется путем сравнения результатов наблюдения за их состоянием с нормативно заданными, которые для данного контура управления играют роль внешне заданного критерия управления. Если не достигается соответствие между текущим и нормативным состоянием, то генерируется процедура изменения нормативов для источников антропогенного воздействия. В результате этого активизируется система управления источниками. Такая активизация будет продолжаться до тех пор, пока не будет достигнуто соответствие текущего состояния абиотических сред их нормативно заданному состоянию. При этом будет достигнуто согласование между нормативами двух различных видов – для источников и для абиотических сред.

Аналогичным образом осуществляется функционирование третьего контура управления (управление состоянием биотических сред) и четвертого контура управления (управление состоянием геоэкосистем). В этой схеме ведущая роль отводится состоянию геоэкосистем, так как под их нормативное состояние осуществляется «настройка» всех остальных составляющих объекта управления: биотические и абиотические среды, источники антропогенного воздействия. Нормативное состояние геоэкосистем является внешним критерием управления, которое устанавливается исходя из современных требований социально-экономической системы. Именно эта система формирует свои требования к состоянию окружающей природной среды исходя из социальных, медицинских, демографических, экономических и других факторов. На этой стадии преобразуется в критерии управления то, что в

настоящее время принято называть моделью устойчивого развития как территорий, так и страны в целом.

Из рассмотренной схемы управления состоянием окружающей среды следует роль и место системы экологического мониторинга как основного инструмента, осуществляющего не только комплексное наблюдение за состоянием элементов окружающей среды, но и формирующего критерии управления в виде допустимых экологических нагрузок.

Реализация задач экологического мониторинга осуществляется через Единую государственную систему экологического мониторинга (ЕГСЭМ).

1.8. Проектирование систем мониторинга – основа их эффективного функционирования

Стадия проектирования (или планирования) имеет огромное значение для эффективной работы системы мониторинга. Существующие схемы или структуры проектирования сравнительно легко применимы для простых, локальных систем мониторинга, вместе с тем проектирование национальных систем мониторинга сталкивается с большими трудностями, связанными с их сложностью и противоречивостью.

Суть проектирования системы мониторинга должна заключаться в создании функциональной модели ее работы или в планировании всей технологической цепочки получения информации, от постановки задач до выдачи информации потребителю для принятия решений. Поскольку все этапы получения информации тесно связаны между собой, недостаточное внимание к разработке какого-либо этапа неизбежно приведет к резкому снижению ценности всей получаемой информации.

На основании анализа построения национальных систем сформулированы *основные требования к проектированию* таких систем, включающие пять основных этапов:

- определение задач систем мониторинга и требований к информации, необходимой для их выполнения;
- создание организационной структуры сети наблюдений и разработка принципов их проведения;
- построение сети мониторинга;
- разработка системы получения данных/информации и представления информации потребителям;
- создание системы проверки полученной информации на соответствие исходным требованиям и пересмотра при необходимости системы мониторинга.

При проектировании систем мониторинга необходимо помнить, что его результаты в значительной степени зависят от объема и качества исходной информации. Она должна включать как можно более подробные данные о пространственно-временной изменчивости показателей элементов биосферы или природно-технической системы, должна содержать подробные сведения о видах и объемах хозяйственной деятельности на данном участке, включая данные об источниках загрязнения. Кроме того, необходимо опираться на все законодательные акты, связанные с контролем и управлением данным элементом природы, учитывать финансовые возможности, общую физико-географическую обстановку, основные способы управления и другие сведения.

I этап – определение задач систем мониторинга и требований к информации, необходимой для их выполнения. Роль первого этапа в настоящее время недооценивается, что является причиной многих недостатков. Для определения требований к информации необходима большая детализация и взаимоувязка поставленных задач. В качестве примера можно привести разработанную в Канаде программу мониторинга качества воды. Важную роль при этом играет формулирование как можно более четкого представления о качестве воды и способах его оценки. На основании четко сформулированных задач, а также с учетом ранее накопленных данных о качестве воды, должны определяться требования к информации, включая тип, форму и сроки ее представления потребителям, а также пригодность для управления качеством воды.

На первом этапе проектирования должны быть выбраны основные статистические методы обработки данных, так как от них в значительной степени зависит частота и сроки наблюдений, а также требования к точности получаемых значений.

II этап – создание организационной структуры сети наблюдений и разработка принципов их проведения. Это основной и наиболее сложный этап, на котором с учетом поставленных задач и имеющегося опыта функционирования системы мониторинга определяются структурные основные подразделения сети наблюдений, в том числе центральное и региональные (и/или проблемные), с указанием их основных задач. Предусматриваются меры по соблюдению оптимального соотношения между видами наблюдательных сетей, включая наблюдения на стационарных пунктах, действующих длительное время по относительно неизменной программе, региональные краткосрочные обследования для выявления пространственных аспектов загрязнения, а также интенсивные локальные наблюдения в областях, представляющих наибольший интерес. На этом этапе решается вопрос о целесообразности и масштабах использования автоматизированных, дистанционных и других подсистем мониторинга качества воды. На втором этапе разрабатываются также общие принципы проведения наблюдений. Они могут представляться в виде методических рекомендаций или руководств по проведению ряда мероприятий:

- организации пространственных аспектов наблюдений (выбор мест расположения пунктов контроля, их категория в зависимости от важности объекта и его состояния; определение расположения наблюдательных створов, вертикалей, горизонтов и т. д.);
- составлению программы наблюдений (намечается, какие показатели, в какие сроки и с какой частотой наблюдать, при этом даются рекомендации по соотношению физических, химических и биологических показателей для типичных ситуаций);
- организации системы контроля правильности выполнения работ и точности полученных результатов на всех этапах.

III этап – построение сети мониторинга. Данный этап предусматривает реализацию на основе предложенной организационной структуры сети разработанных ранее принципов проведения наблюдений с учетом специфики местных (региональных) условий. Уточняется соотношение видов наблюдательных сетей, устанавливаются места расположения пунктов в стационарной сети, выделяются области интенсивных наблюдений, намечается периодичность обследования объектов для возможного пересмотра наблюдательной сети. Составляются конкретные программы для каждого пункта и вида наблюдений, регламентирующие перечень изучаемых показателей, частоту и сроки их наблюдения. При наличии автоматизированных и/или дистанционных наблюдений за объектом уточняются программы их работ.

IV этап – разработка системы получения данных/информации и представления информации потребителям. На этом этапе определяются особенности иерархической структуры получения и сбора информации: пункты наблюдений – региональные информационные центры – общенациональный информационный центр. Планируется разработка банков данных, определяются виды и условия представления информационных услуг, выполняемых с их помощью. Дается детальная характеристика основных информационных форм, публикуемых в виде докладов, отчетов, обзоров и описывающих состояние качества воды на территории страны за определенный период времени. Предусматриваются также процедуры контроля точности и правильности получения данных на всех этапах работ.

V этап – создание системы проверки полученной информации на соответствие исходным требованиям и пересмотра при необходимости системы мониторинга. После создания системы мониторинга и начала ее функционирования появляется необходимость проверить: отвечает ли полученная информация исходным требованиям к ней, можно ли на основе этой информации эффективно управлять рассматриваемыми природными объектами? Для этого необходимо наладить взаимодействие с организациями, осуществляющими их управление. Если получаемая информация соответствует предъявляемым к ней требованиям, систему мониторинга можно оставить без изменений. В случае если эти требования не выполняются, а также при появлении новых задач система мониторинга нуждается в пересмотре.

1.9. Системные принципы организационного построения ЕГСЭМ

ЕГСЭМ является государственной информационно-аналитической и измерительной макросистемой с двумя основными иерархическими уровнями – федеральным и административно-территориальным. Организационные принципы построения ЕГСЭМ связаны с обеспечением целенаправленной деятельности различных ведомств, организаций, предприятий и других коллективов специалистов, вовлеченных в процесс получения экологической информации, ее сбором, хранением и передачей. Каждый из иерархических уровней организации ЕГСЭМ, органически связанный с соответствующим уровнем управления природоохранной деятельностью и экологической безопасностью, имеет свои особенности и принципы формирования.

Федеральный уровень организации системы экологического мониторинга образован для:

- организационного обеспечения процедур интеграции экологической информации, получаемой территориальными системами экологического мониторинга, государственными и ведомственными службами и сетями наблюдений;
- информационного обеспечения процедур принятия решений в области обеспечения экологической безопасности и охраны окружающей природной среды на федеральном уровне управления;
- информирования населения и общественности об экологической обстановке на территории страны и тенденциях ее изменения.

В организационные задачи федерального уровня ЕГСЭМ входит:

- координация работы государственных и ведомственных служб и сетей наблюдения за природными средами и природными объектами для получения целевых показателей состояния, диагностики и раннего предупреждения;
- координация функционирования территориальных систем экологического мониторинга;
- организация разработки и реализации единой научно-технической политики в области экологического мониторинга и экологической информации;
- организационное управление информационными потоками между различными ведомствами и территориальными органами;
- организационное обеспечение функционирования информационных и информационно-аналитических систем, обеспечивающих необходимыми данными процедуры принятия решений в области охраны окружающей среды и экологической безопасности на федеральном уровне;
- организационное взаимодействие с международными и национальными системами экологической информации и экологического мониторинга;
- организационное обеспечение единства данных наблюдения и экологических показателей.

Координация работы государственных и ведомственных служб и сетей наблюдения касается прежде всего координации программ наблюдения, выполняемых:

- Федеральной службой Российской Федерации по гидрометеорологии и мониторингу природной среды;
- Федеральной службой Российской Федерации по лесному хозяйству;
- Министерством сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации;
- Федеральной службой Российской Федерации по геологии;
- Комитетом Российской Федерации по рыбному хозяйству;

- Комитетом Российской Федерации по земельному кадастру;
- Департаментом санитарно-эпидемиологического надзора Минздрава РФ.

Такую координационную деятельность осуществляет в рамках ЕГСЭМ Министерство природных ресурсов, при этом каждая из государственных систем сохраняет свою функциональную и организационную деятельность. Как сложная информационно-измерительная система ЕГСЭМ имеет многофакторную структурную организацию. Так, по признакам целевого использования в ЕГСЭМ следует выделять структуры, относящиеся к мониторингу источников эмиссий; импактному мониторингу или мониторингу прямого воздействия конкретных источников на окружающую среду; фоновому мониторингу, не связанному с конкретными источниками воздействия.

По признакам объектов наблюдения, как уже отмечалось, в ЕГСЭМ следует различать структуры, ориентированные на мониторинг источников эмиссий; мониторинг абиотических сред (атмосферный воздух, поверхностные воды, геологическая среда, почвы); мониторинг биотических сред (растительность, животный мир, микроорганизмы); мониторинг геоэкосистем (совокупность экосистем с техногенной средой).

По признакам тематического использования в ЕГСЭМ следует выделять структуры, предназначенные для выполнения конкретных программ обеспечения экологической безопасности и охраны природной среды. Набор таких программ для территориального уровня экологического мониторинга определяется экологической обстановкой данной территории, следовательно, программный блок определяет индивидуальный облик территориальных систем экологического мониторинга и выполняет в них роль системоформирующего элемента. Логическая структура программных систем определяет единообразие подходов к их разработке и содержанию. Для этих целей, опираясь на системную методологию, целесообразно выделить четыре иерархических уровня: стратегический, целевой, уровень задач, функциональный.

Стратегический уровень определяет облик блока программных систем в целом, отвечая на вопрос: что делать и в каких областях? Формируется стратегический уровень программных систем непосредственно программами мониторинга. В качестве примера можно привести несколько типичных для этих целей программ: мониторинг для реализации экосистемного подхода к охране воздушной среды;

мониторинг для реализации экосистемного подхода к водохозяйственной деятельности; мониторинг для ограничения воздействия атмосферных загрязнений на людей в городах и населенных пунктах.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.