

УДК 504.064.2

Н.С. Романова¹Т.Н. Козлянская²**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ И МОНИТОРИНГ.
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

Ключевые слова: методы наблюдения, средства измерения, токсичные вещества, химическая экология

В статье рассматривается одна из важнейших проблем современности – мониторинг состояния окружающей среды. Приведен обзор существующих систем мониторинга. Поставлены вопросы о метрологическом обеспечении экологического мониторинга.

На всех стадиях своего развития человек тесно связан с окружающим миром. В процессе своей жизнедеятельности человечество постоянно находится во взаимодействии с природой, влияя на окружающую среду и изменяя её, исходя из своих потребностей. Последствия такого воздействия могут быть разными – от гармоничного сосуществования человека и природной среды и частичного преобразования природной среды в антропогенную, до полной деградации и уничтожения природной среды.

Мы живем в обществе, основанном на антропоцентрическом принципе, когда человек ставится на первое место, главным является удовлетворение потребностей, о цене этого процесса речь не идет. Человек не задумывается – к чему это может привести, в связи с этим 20 век привел к формированию ряда экологических проблем.

Понимание, что ущерб от произведенного продукта природе или здоровью является дефектом качества продукции, привело к созданию специальных систем контроля качества – экологического аудита и мониторинга.

Экологический аудит – это независимая оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности нормативно-правовых требований в области охраны окружающей среды и подготовка рекомендаций в области экологической деятельности. Экологический аудит является инструментом для систематической проверки внутрифирменного экологиче-

¹ ВКФ РГП «КазИнМетр», г. УстьКаменогорск, Казахстан;

² филиал РГП «Казгидромет» по Восточно-Казахстанской области

ского потенциала и потенциального экологического риска. Он представляет собой методiku, с помощью которой в стратегию бизнеса и в основные параметры производственного процесса поэтапно внедряются все более жесткие экологические требования.

Всесторонний анализ, т.е. экологический мониторинг окружающей среды, предусматривает оценку ее экологического состояния и влияние на нее естественных и антропогенных воздействий.

Изучение и контроль состояния окружающей среды включает исследование таких природных ресурсов, как различные типы вод, атмосферный воздух, почвы, совокупность этих систем с точки зрения определения в них загрязняющих химических веществ, нарушающих сложившееся экологическое равновесие в природе. В экологическом мониторинге активно используют различные химические, физико-химические, физические и биологические методы измерений количества загрязняющих веществ. Речь идет уже о глобальном химико-аналитическом исследовании с помощью различных методов аналитической химии – науки о методах анализа. В этом четко просматривается химическая сущность обсуждаемой проблемы – без химического анализа не обойтись и с этой точки зрения можно говорить и о химическом мониторинге. Существует несколько классификаций систем экологического мониторинга, представим основные из них.

По факторам, источникам и масштабам воздействия различают следующие системы:

- *Мониторинг факторов воздействия* – мониторинг химических загрязнителей (ингредиентный мониторинг) и мониторинг природных и физических факторов воздействия (электромагнитное излучение, солнечная радиация, шум, вибрация).
- *Мониторинг источников загрязнений* – мониторинг точечных стационарных источников (заводские трубы), точечных подвижных источников (транспорт), пространственных источников (города, поля с внесенными химическими веществами).
- *По масштабам воздействия* мониторинг бывает пространственным и временным.

По характеру обобщения информации выделяют следующие системы:

- *Глобальная система мониторинга* – мониторинг общемировых процессов и явлений в биосфере Земли, включая все ее экологические компоненты, и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях;

- *Базовая система мониторинга (фоновый мониторинг)* – мониторинг общих биосферных явлений, в основном природных, без наложения на них региональных антропогенных влияний;
- *Национальная система мониторинга* – мониторинг в масштабах страны;
- *Региональная система мониторинга* – мониторинг процессов и явлений в пределах одного региона, где эти процессы и явления могут отличаться по природному характеру или по антропогенным воздействиям от базового фона, характерного для всей биосферы;
- *Локальная система мониторинга* – мониторинг воздействия конкретного антропогенного источника;
- *Импактная система мониторинга* – мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных зонах и местах.

Классификация систем мониторинга может также основываться *на методах наблюдения*:

- *Химический мониторинг* – мониторинг химического состава объектов окружающей природной среды (атмосферы, осадков, поверхностных и подземных вод, вод океанов и морей, почв, донных отложений, растительности, животных) и контроль за динамикой распространения загрязняющих веществ природного и антропогенного происхождения, с целью определения фактического уровня загрязнения окружающей среды.
- *Физический мониторинг* – мониторинг влияния физических процессов и явлений на окружающую среду (наводнения, вулканизм, землетрясения, цунами, засухи, эрозия почв и т.д.).
- *Биологический мониторинг*, осуществляется с помощью биоиндикаторов – таких организмов, по наличию, состоянию и поведению которых судят об изменениях в окружающей среде.
- *Экобиохимический мониторинг* – мониторинг, базирующийся на оценке двух составляющих: химических и биологических наблюдениях.
- *Дистанционный мониторинг* – мониторинг, с применением летательных аппаратов, оснащенных радиометрической аппаратурой, способной осуществлять активное зондирование изучаемых объектов и регистрацию опытных данных.

Экология – наука о закономерностях взаимосвязей и взаимодействия организмов и их систем друг с другом и со средой обитания. Экологическая химия изучает процессы, определяющие химический состав и свойства объектов окружающей среды.

Химическую экологию интересует химическое взаимодействие между живой и неживой природой. Таким образом, основой экологического мониторинга является совокупность различных химических наук, каждая из которых нуждается в результатах химического анализа, поскольку химическое загрязнение – основной фактор неблагоприятного антропогенного воздействия на природу. Целью аналитической химии становится определение концентрации загрязняющих веществ в различных природных объектах. Ими являются природные и сточные воды различного состава, донные отложения, атмосферные осадки, воздух, почвы, биологические объекты.

Организациям, деятельность которых предусматривает экологический мониторинг, необходимо руководствоваться Экологическим кодексом [1] и Законом об обеспечении единства измерений [2].

В сферу действия Закона попадают все организации (независимо от ведомственной принадлежности и формы собственности), ведущие работы в области охраны окружающей среды. Закон предписывает для проведения всех видов измерений, подпадающих под действие этого закона, использовать только методики выполнения измерений (далее – МВИ), стандартизированные или аттестованные по СТ РК 2.18-2009 «ГСИ РК. Методики выполнения измерений. Порядок разработки, метрологической аттестации, регистрации и применения». Разумеется, это не означает, что экологический мониторинг должен осуществляться только с использованием аттестованных методик. Полуколичественные или даже качественные методы могут быть использованы в образовательных целях, для привлечения внимания населения или властей к той или иной проблеме. Тем не менее, следует ясно понимать, что принятия конкретных административных решений практически можно добиться только на основе данных, полученных при помощи аттестованных МВИ.

Средства измерений (далее – СИ), используемых для работ в области охраны окружающей среды, должны быть допущены к применению в Республике Казахстан в порядке установленном СТ РК 2.21-2007 «ГСИ РК. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений», СТ РК 2.30-2007 «ГСИ РК. Порядок проведения метрологической аттестации средств измерений» и ПМГ 06-2001 «Порядок признания результатов испытаний и утверждения типа, поверки, метрологической аттестации средств измерений», а также проходить периодическую поверку, согласно СТ РК 2.4-2007 «ГСИ РК. Поверка средств измерений Организация и порядок проведения». К категории СИ относятся также стандартные образцы их применение,

регламентируется СТ РК 2.79-2004 «Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов зарубежного выпуска. Порядок допуска к применению. Основные положения», ГОСТ 8.315-79 «ГСИ. СО состава и свойств веществ и материалов. Основные положения».

Отличием СИ от других технических устройств является то, что оно предназначено для получения измерительной информации и имеет нормированные метрологические характеристики, Информация о назначении и метрологических характеристиках средства измерений приводится в технической документации на него.

Характерной особенностью измерительной техники является широкое распространение измерительных процессов, в которых одновременно участвуют несколько СИ, измеряющих разные физические величины и основанных на разных принципах действия. Это вызывает необходимость нормировать метрологические характеристики различных СИ на единой, принципиальной основе.

По метрологическим характеристикам СИ решается ряд задач, важных для обеспечения единства измерений:

- определение погрешности/точности результата измерений (одной из составляющих погрешности измерений является погрешность СИ);
- выбор СИ по точности по известным условиям их применения и требуемой точности измерений (эта задача является обратной по отношению к задаче определения погрешности измерений);
- сравнение СИ различных типов с учетом условий их применения;
- возможность замены одного СИ на другое - аналогичное;
- оценка погрешности сложных измерительных систем и др.

Результаты аналитических определений и измерений рассматриваются уже в рамках экологического мониторинга. Это дает информацию о загрязнении биосферы различными несвойственными природе загрязняющими веществами. Данные экологического мониторинга используют для всестороннего анализа состояния окружающей среды и определения стратегии управления им, для регулирования ее качества, для определения так называемых допустимых экологических нагрузок на природные системы. Степень ответственности здесь очень велика, поскольку указанные факторы, и в первую очередь химические, способны вызвать геофизические и геохимические изменения (возможное изменение климата, закисление природных вод кислотными дождями, загрязнение Мирового океана и нарушение баланса углекислоты в нем, нарушение озонового слоя).

Перечень и количество выбрасываемых в окружающую среду загрязняющих веществ чрезвычайно велики, по некоторым оценкам, до 400 тысяч наименований. Прежде всего, наблюдению должны подлежать вещества, выброс которых носит массовый характер, и, следовательно, загрязнение ими повсеместно. Это, например: серы диоксид, углерода оксид, пыль, характерные для городского воздуха; нефтепродукты, поверхностно-активные вещества – для природных вод; пестициды – для почв сельскохозяйственного назначения. Обязательному контролю должны подлежать самые токсичные вещества, отличающиеся наиболее низкими предельно допустимыми концентрациями (ПДК). Вся эта информация позволяет сформировать список приоритетных загрязняющих веществ, которые следует определять в первую очередь.

Регулирование качества природной среды основано на определении экологически допустимого воздействия на нее, когда самоочищение природы еще способно работать. Определенными нормами такого щадящего воздействия являются установленные медиками-токсикологами ПДК загрязняющих веществ. Они установлены для различных объектов: воды (вода хозяйственно-питьевого назначения и культурно-бытового водопользования, водоемов рыбохозяйственного назначения, сточные воды и др.), воздуха (воздух атмосферный и рабочей зоны, выбросы от источников загрязнения атмосферы), почв [3, 4]. Для предприятий природопользователей устанавливаются в соответствии с национальным законодательством специальные нормативы для загрязняющих веществ: предельно-допустимый сброс (ПДС) в водные объекты, предельно-допустимые выбросы (ПДВ) в атмосферу.

Большинство нормируемых загрязняющих веществ в воздухе имеют ПДК от 0,005 мг/м³ до 0,1 мг/м³. Есть вещества, для которых установлены еще меньшие ПДК, например: металлическая ртуть – 0,0003 мг/м³, свинец и его соединения – 0,0007 мг/м³, бенз(а)пирен – 0,000 001 мг/м³ и др.

В воде водоемов основные нормируемые загрязняющие вещества имеют ПДК от 0,1 мг/дм³ до 1,0 мг/дм³. Для многих токсичных веществ, например, для неорганических соединений ртути, установлены ПДК в пределах (0,001...0,0005) мг/дм³ и небольшое число веществ (соединения бериллия) имеют ПДК в пределах от 0,0001 мг/дм³ до 0,0002 мг/дм³. Для особенно опасных токсичных веществ, таких, как растворимые соли сероводородной кислоты, активный хлор, бенз[а]пирен, N-нитрозоамины, в качестве норматива установлено полное отсутствие их в воде, в водоемах рыбохозяйственного значения не допускается наличие пестицидов.

Отсюда следуют два вывода. Первый состоит в том, что для оценки опасности загрязнения следует иметь некий образец для сравнения.

Второй относится к аналитической химии: необходимо применять мощные, информативные и чувствительные методы анализа, чтобы контролировать концентрации, меньшие ПДК. В самом деле, что означает нормативное «отсутствие компонента»? Может быть, его концентрация настолько мала, что его традиционным способом не удастся определить, но сделать это все равно нужно.

Действительно, охрана окружающей среды – вызов аналитической химии. Современный экологический кризис ставит под угрозу возможность устойчивого развития человеческой цивилизации. Дальнейшая деградация природных систем ведет к дестабилизации биосферы, утрате ее целостности и способности поддерживать качества окружающей среды, необходимые для жизни. Преодоление кризиса возможно только на основе формирования нового типа взаимоотношений человека и природы, исключающих возможность разрушения и деградации природной среды.

Устойчивое развитие, высокое качество жизни и здоровья населения, а также национальная безопасность могут быть обеспечены только при условии сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды. Для этого необходимо формировать и последовательно реализовывать единую государственную политику в области экологии, направленную на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Сохранение и восстановление природных систем должно быть одним из приоритетных направлений деятельности государства и общества.

Из всего выше сказанного, следует вывод о необходимости совершенствования системы природопользования в нашей стране. Сохранение природы и улучшение окружающей среды – приоритетные направления государства и общества. Задачами, требующими скорейшего разрешения, являются создание единой государственной структуры, осуществляющей экологический мониторинг, и стимулирование исследовательской деятельности в области химического анализа компонентов окружающей среды вкупе с социальными программами, призванными информировать население о насущных экологических проблемах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гигиенические нормативы к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах» (утверждены Приказом Министра на-

циональной экономики Республики Казахстан от 13 мая 2015 года № 168)

2. Закон Республики Казахстан от 7 июня 2000 года № 53-ІІ «Об обеспечении единства измерений» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.10.2015 г.)
3. Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212-ІІІ «Экологический кодекс Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 24.05.2018 г.)
4. «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемосточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» (утверждены Приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 22 апреля 2015 года № 209).

Поступила 17.07.2018

Н.С. Романова

Т.Н. Козлянская

ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АУДИТ ЖӘНЕ МОНИТОРИНГ. МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

Түйінді сөздер: бақылау әдістері, өлшеу құралдары, улы заттар, химиялық экология

Мақалада ең маңызды мәселелерінің бірі – қазіргі заманның жай-күйінің мониторингін қоршаған ортаны қорғау. Келтірілген шолу қолданыстағы мониторинг жүйелері. Қойылған сұрақтар метрологиялық қамтамасыз ету туралы экологиялық мониторинг.

Romanova N.S., Kozlyanskaya T.N.

ENVIRONMENTAL AUDIT AND MONITORING. METROLOGICAL ASPECTS

Keywords: methods of observation, measuring instruments, toxic substances, chemical ecology

The article deals with one of the most important problems of our time – monitoring of the environment. The review of existing monitoring systems is given. The questions about metrological support of environmental monitoring were raised.