

Н.И. Павлов,

*член-корреспондент Международной академии наук
экологии и безопасности жизнедеятельности,
доктор географических наук,
профессор кафедры экологии
и безопасности жизнедеятельности ДВГТУ;*

М.М. Кулеш,

доцент кафедры государственного и муниципального управления ДВГАЭУ

ГЛОБАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ФОНОВЫЙ МОНИТОРИНГ

Рассматриваются вопросы глобального и фонового мониторинга загрязнения природной среды в результате деятельности человека. Дается описание экологического мониторинга и определяются его основные задачи применительно к Дальнему Востоку России. Показана необходимость интеграции всех видов специализированных мониторингов в единый глобальный экологический мониторинг.

В двадцатом веке, переломном периоде во взаимоотношениях человеческого общества и природы, масштабы воздействия человеческой деятельности на биосферу стали глобальными. Преобразование ландшафтов, интенсивное освоение суши и воды, заметное истощение запасов ряда полезных ископаемых и естественного плодородия почв, загрязнение природной среды отходами промышленного производства и сельского хозяйства – вот далеко не полный перечень антропогенных воздействий, имеющих сейчас повсеместный характер. Дальнейшее увеличение антропогенных нагрузок на биосферу может представлять угрозу для ее устойчивости. В этих условиях жизненные интересы человечества требуют создания эффективной системы слежения за состоянием окружающей среды, которая позволила бы вовремя принимать необходимые меры по ограничению уровня антропогенного воздействия.

В 1972 г. в Стокгольме на конференции по окружающей среде была предусмотрена организация специальной системы наблюдений за состоянием биосферы – создание глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС). В 1974 г. в Найроби (Кения) были выработаны рекомендации по определению принципов и целей ГСМОС по критериям приоритетности и перечню показателей состояния среды, подлежащих мониторингу. Основная цель ГСМОС - это наблюдения за биосферой и оценка ее базового (т.е. исходного) состояния, а также прогноз и выявление тенденций изменения этого состояния [2].

Повсеместное загрязнение биосферы приводит к глобальному характеру его последствий: изменению климата, состоянию озоносферы,

биологической продуктивности, фотосинтеза и т.д. Для получения информации о состоянии биосферы, прогнозирования ее изменений под влиянием антропогенных факторов возникла необходимость создания глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС) [1, 2, 3, 4].

Данные ГСМОС позволяют изучить:

- 1) влияние хозяйственной деятельности на химический состав различных сред и объектов окружающей среды;
- 2) пути переноса опасных химических веществ в окружающей среде, их трансформацию и накопление;
- 3) влияние загрязняющих веществ на различные биологические объекты, включая экологические системы;
- 4) возможное влияние на интегральные геофизические процессы, такие как климат, озоносфера и т.д.

У нас в стране и за рубежом успешно функционируют различные службы контроля импактного загрязнения окружающей среды, т.е. загрязнения около источников выбросов. Эти службы осуществляют оперативный контроль состояния окружающей среды вблизи предприятий, аграрных и промышленных комплексов, в городах и нацелены прежде всего на охрану здоровья населения.

Задача ГСМОС - выявление обусловленных человеческой деятельностью сдвигов в состоянии обширных регионов нашей планеты, не находящихся непосредственно под влиянием конкретных источников выбросов загрязняющих веществ или каких-либо других локальных антропогенных факторов. Эти сдвиги в обозримом будущем не представляют угрозы здоровью людей, но будут сказываться на состоянии других организмов и экологических систем.

Поясним специфику задач глобальной системы мониторинга окружающей среды на примере загрязнения ртутью, которая входит в состав выбросов энергетической промышленности [4].

Определенная доля суммарного выброса ртути в атмосферу приходится на крупные аэрозоли и потому долго в атмосфере не задерживается, а выпадает в почву вблизи источников выбросов. Слежение за этим процессом входит в сферу деятельности оперативных служб импактного мониторинга. Остальная часть суммарного выброса ртути долго не выводится из атмосферного воздуха и за счет атмосферного переноса распространяется на огромные расстояния, формируя антропогенный вклад в фоновое содержание ртути в атмосфере. Именно этот вклад в рассматриваемом примере является предметом фонового (глобального) мониторинга. При этом изучению подлежат и дальнейшие пути распространения ртути - выпадение из атмосферы на почву и поверхность вод, смыв с почвы, перенос водотоками, а также соответствующее биологическое последствие.

Цели глобального мониторинга - это выделение глобальных антропогенных изменений природной среды на фоне ее естественных изменений и оценка существенности этих изменений и их прогноз на будущее.

Чтобы иметь представление о глобальном загрязнении природной среды и его экологических последствиях, в настоящее время организуется мировая сеть фоновых станций. Они создаются в районах, далеких от источников загрязнения.

В нашей стране фоновые станции базируются в основном на территории биосферных заповедников. На фоновых станциях проводят систематические наблюдения за концентрацией загрязняющих веществ в различных средах: атмосферном воздухе, водной среде, почвах, растительности. Изучаются также осадки и донные отложения. На высокогорных станциях исследуются пробы льда ледников. Одновременно проводятся гидрометеорологические исследования, помогающие правильно интерпретировать собранные данные.

Получаемая на фоновых станциях информация позволяет составить представление о полях концентрации различных загрязняющих веществ и о динамике их изменения во времени.

Цель фоновых биологических наблюдений, являющихся частью программы фонового экономического мониторинга, – установление поля откликов биоты (всего живого на Земле) на воздействие фонового загрязнения природной среды. При разработке программы этих наблюдений специалисты столкнулись с весьма серьезной программой выбора контролируемого показателя состояния биоты экосистем суши. Ведь биологические объекты – организмы, популяции, биоценозы – обладают значительной степенью естественной изменчивости, кроме того, на их состояние влияет вся совокупность факторов среды, а не только ее антропогенной составляющей.

Поскольку наилучшим биологическим показателем может быть состояние того объекта, который обладает наименьшей естественной изменчивостью и наибольшей чувствительностью к возможным изменениям уровня фонового загрязнения окружающей среды, в качестве такого биологическая наука рекомендовала использовать прежде всего лишайники – эпифиты. Это низшие растения – симбионты, представляющие собой совместно существующие гриб и водоросль. Их местообитание – кора деревьев, кустарники и т.д., словом поверхность растений. Лишайники довольно чутко реагируют на изменение интенсивности загрязнения атмосферного воздуха. Так, некоторые виды лишайников выпадают из экосистемы при повышении концентрации сернистого газа в атмосферном воздухе до 10-20 мкг/м³, т.е. в околофоновом диапазоне.

К настоящему времени изучение обилия эпифитных лишайников (так называемая лишенометрическая съемка) проведено во всех биосферных заповедниках, а также Саяно-Шушенском и Кроноцком государственных заповедниках. Каждое из таких исследований проводилось в несколько этапов: первичные натуральные наблюдения, собственно отбор образцов лишайников, камеральная обработка проб (определение их видовой принадлежности), нанесение результатов на машинные носители и их статистическая обработка. Использование специальных методов лишенометрической съемки и обработки результатов измерений позволило в сжатые сроки получить сопоставимые количественные характеристики лишайников на обследованных территориях, дифференцированные по их видам и ряду условий местообитания.

Наблюдение за потенциально чувствительными к загрязнению биологическими видами – лишь один из необходимых элементов программы фонового мониторинга.

В настоящее время уже обсуждается возможность проведения систематических измерений показателей продуктивности высших расте-

ний. Они не так чувствительны к воздействию загрязнения, как лишайники, но их состояние в значительной степени определяет общее благополучие экосистемы суши, является важным показателем запасов биологических ресурсов.

Сейчас проводится пробная съемка показателей годового прироста основных лесообразующих пород экосистемы Березинского биосферного заповедника, ведутся работы по оптимизации и статистической обработке результатов измерений, а также более сложные разработки, ориентированные на комплексное изучение состояния экосистем в целом.

Кроме натуральных наблюдений, в программу фонового экологического мониторинга включены эксперименты в лабораториях и математическое моделирование. Натурными измерениями можно обнаружить определенные различия в состоянии сравниваемых фоновых территорий в пространстве и во времени, но этого недостаточно. Нужно выяснить, чему приписать эти различия, чем они обусловлены – естественными или антропогенными факторами.

Если бы уровень глобального загрязнения природной среды менялся достаточно быстро и соответствующие биологические отклики были бы интенсивными, на естественные колебания контролируемых показателей можно было бы не обращать внимания. Антропогенная составляющая их изменений выделилась бы достаточно уверенно. Однако для глобального фона загрязнения окружающей среды как раз характерны медленные изменения, с большим трудом регистрируемые даже самыми современными инструментальными средствами. В еще большей степени это относится к глобальным изменениям состояния биологических объектов. В этой ситуации для выделения антропогенной составляющей изменчивости природных экосистем традиционные натурные наблюдения следует дополнять теоретическими расчетами и оценками.

Для этого в программу фонового экологического мониторинга и были включены, кроме программы натуральных наблюдений, экспериментальная подпрограмма и программа математического моделирования.

Постановка экспериментальных работ предполагает определить параметры чувствительности биологических видов к воздействию загрязнения в околофоновом диапазоне (эксперименты с определенными приоритетными биологическими видами будут проводиться в строго контролируемых условиях – в специальных установках - экостатах, позволяющих стабилизировать все параметры среды и варьировать ее состояние загрязнения), что позволит выделить отклик биологического организма на изменение состояния загрязнения среды в чистом виде, в условиях нулевой или пренебрежительно малой изменчивости других параметров среды.

Программа математического моделирования нацелена на синтез этой информации и существующих в биологии представлений о естественной динамике состояния биосистемы на получение в конечном счете ряда математических моделей (аналогов, слепков) биологических объектов различного уровня организации клеток, организмов, популяций, биоценозов. Основная задача такой системы моделей – вычисление антропогенной составляющей из наблюдаемых изменений ее состояний при

различных «сценариях» изменения уровня глобального антропогенного воздействия.

Необходимость создания системы экологического мониторинга поставила перед экологией совершенно новые задачи, в процессе решения которых возник целый ряд научных направлений, образовавшихся на стыке традиционной биологии, физики, химии и математики.

Способность многих загрязняющих веществ распространяться на большие расстояния, вплоть до глобальных, привела к необходимости специальных наблюдений за окружающей средой – фоновых, т.е. наблюдений за ее состоянием, не подверженным локальным воздействиям, которые позволят на фоне естественных природных изменений выделить антропогенные изменения.

Современная концепция мониторинга, включающего в себя наблюдения за природной средой, оценку и прогноз ее состояния, предполагает осуществление фоновых наблюдений на региональных и базовых станциях и прежде всего в биосферных заповедниках [3].

Региональные станции служат для получения информации об окружающей среде в зонах, подверженных некоторому антропогенному влиянию. Они могут размещаться как вблизи урбанизированных районов, так и на их границах. Наблюдения на региональных станциях должны выявлять все неблагоприятные тенденции заметных изменений состояния окружающей среды в данном регионе.

Базовые станции предназначены для получения информации о базовом (исходном) состоянии окружающей среды и поэтому располагаются в районах с заведомо полным отсутствием антропогенного влияния, как в настоящее время, так и в течение многих десятилетий в будущем. Для всего земного шара достаточно 30-40 сухопутных и 8-12 океанических базовых станций, чтобы установить те медленные неблагоприятные изменения, которые могут повлиять на всю биосферу, а потому являются наиболее опасными с точки зрения последствий.

Программа фоновых наблюдений включает и мониторинг загрязнения, и мониторинг биологических последствий загрязнения, так как наблюдения только за уровнем загрязнения в той или иной геофизической среде еще недостаточны, чтобы судить о состоянии биосферы в целом или отдельных экосистем и прогнозировать и оценивать ее будущее состояние. В этой связи совершенно очевидно, что часть фоновых станций целесообразно размещать в биосферных заповедниках.

Биосферные заповедники представляют собой охраняемые участки континентальных и прибрежных районов, где проводятся комплексные наблюдения и фундаментальные экологические исследования, в которых мониторингу состояния биосферы отводится центральная роль; обеспечивается сохранение разнообразия биотических сообществ (совокупности растений и животных, объединенных общей областью распространения) и генетического фонда, а также ведется просветительская работа и готовятся кадры специалистов по охране природной среды.

Специфическая особенность биосферных заповедников определяется прежде всего необходимостью осуществления программы фоновых наблюдений, которая предусматривает:

- 1) наблюдения за геофизическими и физико-географическими характеристиками среды;

2) наблюдения за загрязняющими веществами, обеспечивающие информацию о составе, миграции и круговороте этих веществ;

3) наблюдения за реакцией на воздействие антропогенных факторов в отдельных популяциях и экосистемах.

К первому виду наблюдений относятся широко известные гидрологические и метеорологические наблюдения, измерения солнечной радиации и другие геофизические исследования, выявляющие изменения энергетических процессов, климата и т.д.

Чтобы выявить наиболее опасные загрязняющие вещества и пути их воздействия, а также наиболее уязвимые звенья биосферы, нужно установить, какие вещества являются приоритетными в каждой из сред (в воздухе, природных водах, почве, биоте), и измерять не только содержание этих веществ в указанных средах и объектах, но и получать информацию о путях их распространения, круговороте и балансе в биосфере. Это предъявляет высокие требования к организации наблюдательных полигонов с учетом внутриландшафтных миграционных связей, на которых прослеживалась бы миграция веществ из атмосферы на подстилающую поверхность, миграция в системах почва – грунтовые воды, почва – водоемы, почва – растительность, а также миграция при внутри- водоемных процессах.

Приоритетными загрязняющими веществами для фонового мониторинга считаются взвешенные частицы (аэрозоли), озон, углекислый газ, сернистый газ в атмосфере, свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, ДДТ и другие хлороорганические соединения во всех перечисленных средах, дополнительно нефтепродукты в морской воде. В зависимости от местных особенностей этот список может быть расширен за счет других биогенных и антропогенных веществ.

Биологический мониторинг предусматривает определение интенсивности размножения, скорости образования биологической продукции, интенсивности круговорота биогенных веществ, численности и разнообразия видов и т.д.

Проблемы фонового мониторинга могут быть решены лишь усилиями специалистов разных стран. Вот почему в настоящее время сеть биосферных заповедников создается в рамках международной программы ЮНЕСКО МАБ (Man and the Biosphere) «Человек и биосфера». Территории этих заповедников должны быть достаточно большими и размещаться на репрезентативных (характерных) участках важнейших биомов (биом – совокупность видов растений и животных на достаточно обширной территории, например, биомы тундры, степи, леса и т.д.). Международная сеть биосферных заповедников будет включать основные биомы мира. Следовательно, в некоторых случаях биосферные заповедники могут территориально совпадать с существующими заповедниками, заказниками, национальными парками или другими видами охраняемой территории. Работа в биосферных заповедниках разных стран должна строиться на общепринятых принципах, наблюдения и анализ данных проводиться унифицированными методами, чтобы получаемая информация была сравнимой. Только сопоставимые данные и четкий обмен ими могут обеспечить оценку состояния природной среды в глобальном масштабе.

Согласно проекту программы МАБ «Сохранение естественных районов и содержащегося в них генетического материала», создается мировая сеть биосферных заповедников. В них как и в обычных заповедниках главная задача – сохранение природных условий районов, а также генетического фонда животных и растений. Важной задачей всех заповедников, а биосферных в особенности, является пропаганда природоохранной деятельности, воспитание у людей чувства заботы о флоре и фауне, необходимость сохранить все прекрасное, что есть на Земле. Однако в биосферных заповедниках, в отличие от заповедников традиционных, осуществляется комплексный фоновый мониторинг.

Биосферный заповедник – это природная лаборатория, в которой всесторонне изучаются разнообразные природные процессы в современных условиях, когда человеческая деятельность способна оказывать на них влияние в самом широком смысле слова. Он является как бы уменьшенной моделью биосферы. Все нежелательные изменения, замеченные в биосферном заповеднике, рано или поздно отразятся на биосфере в целом, поэтому жизненно важно предотвратить их во что бы то ни стало.

Сеть биосферных заповедников создается таким образом, чтобы они охватывали все существующее многообразие природных условий Земли.

К настоящему времени во многих странах мира организовано более 200 биосферных заповедников, которые расположены на всех континентах в различных климатических и физико-географических зонах. В Приморском крае функционирует биосферный заповедник Сихотэ-Алинский.

Экологический мониторинг включает в себя наблюдения, оценку и прогноз как антропогенного воздействия, так и ответных реакций природных систем на это воздействие. Наиболее важный вид воздействия – загрязнение окружающей среды, которое теперь носит глобальный характер.

Глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС) предусматривает создание сухопутных и морских станций комплексного фонового мониторинга. Программа работы этих станций включает наблюдения за глобальным загрязнением окружающей среды и изучение реакций природных систем на это загрязнение. Она рассчитана на многие десятилетия. С момента организации ГСМОС фиксирует как бы «нулевую» точку отсчета возможных изменений в биосфере. Чем раньше будут выявлены нежелательные изменения, тем больше будет возможностей на их устранение.

Концепция фонового мониторинга предполагает органическую связь ГСМОС и мировой сети биосферных заповедников. Важной задачей ГСМОС является мониторинг устойчивости биосферы и экологического резерва природных систем, включая нетрадиционные возобновимые источники энергии. Под экологическим мониторингом понимается такая система наблюдений, которая позволяет выделить изменения состояния природной среды, происходящие под влиянием антропогенной деятельности. Эта система включает в себя наблюдения за изменением состояния окружающей природной среды и источниками воздействия; оценку состояния окружающей среды; прогноз состояния окружающей среды. Мониторинг, таким образом, отличается от ранее существовавших

систем наблюдений, хотя и предусматривает использование необходимой информации, например, метеорологической, гидрологической и т.д.

В основе комплексного мониторинга лежит интегрированный подход, предусматривающий не только наблюдения за загрязнением всех сред (многосредный мониторинг), но и выявление реакций на это воздействие со стороны биологических, экологических и других систем. Поэтому наблюдения за изменением состояния окружающей среды и источниками воздействия включают в себя следующее: геофизические, геохимические, физико-географические данные, а также данные о составе и характере загрязнений всех сред; наблюдения за источниками загрязнений и другими факторами воздействия, наблюдения за реакцией биоты на различные воздействия и изменения в природной среде; наблюдения за реакцией крупных систем (погоды, климата, озонового слоя).

Оценка изменений в состоянии окружающей среды призвана отвечать на вопрос о степени отклонения от допустимого состояния среды, выявлять причину таких отклонений и устанавливать вызванный таким отклонением ущерб. Важно при этом разработать критерии приемлемого состояния природной среды, а также допустимого и критического воздействия на нее. В целях научного обоснования мониторинга проводятся комплексные исследования и анализ воздействия различных антропогенных факторов на уровне популяций и экосистем, определяются критические факторы воздействия, например, критические химические формы загрязняющих веществ, выявляются наиболее чувствительные элементы биосферы. В мониторинге важным является установление видов наблюдений и их приоритетности, что позволяет получать достаточно полную картину состояния природной среды в настоящем и будущем. При организации мониторинга должны быть предусмотрены комплексные наблюдения на различных по интенсивности воздействия уровнях – импактном, региональном, глобальном; особого внимания требуют фоновые наблюдения, и здесь важнейшая роль отводится мониторингу в биосферных заповедниках.

Более экономично и целесообразно влиять на источники загрязнения или другие факторы антропогенного воздействия, чем иметь дело с измененной (например, загрязненной) средой. Идея комплексного мониторинга, когда измерения проводятся в одно время в одном месте и при этом охватывают атмосферу, почвы, снежный покров, поверхностные и подземные воды, биоту, включая ее реакцию на воздействие, является весьма привлекательной.

Главные задачи экологического мониторинга – информирование президента и правительства, полномочных представителей президента, а также глав администраций, субъектов федерации и общественности о состоянии окружающей среды, а также о планировании мероприятий по охране окружающей среды, ее рациональному использованию и эффективному контролю за загрязнением природной среды.

В системе экологического мониторинга важное значение имеют вопросы мониторинга откликов биоты на антропогенное воздействие на фоновом уровне, который предназначен для биосферных заповедников. Основой оценки и прогноза состояния экосистем может служить связь «доза – эффект воздействия» для тестируемых видов, исследованных в лабораторных условиях совместно с натурными наблюдениями и мате-

матическим моделированием для экосистем, сгруппированным по классам. Соотношение между натурными наблюдениями и исследованиями тест-объектов должно быть оптимизировано, исходя из требуемой надежности прогноза состояния экосистем и затрат на мониторинг. В системе мониторинга экосистем морей особое внимание должно уделяться микробиологическому компоненту, играющему важную роль в деструкции некоторых загрязняющих веществ и взаимодействию веществ с гидробионтами.

Вследствие циркуляции вредных веществ в биосфере, последние накапливаются в диких и домашних животных, птицах, грызунах, хищных млекопитающих, рыбах и моллюсках. Ряд видов живых организмов может служить индикатором загрязняющих веществ в окружающей среде. Так, например, моллюски являются индикаторами загрязнения морской среды.

Благодаря экологическому мониторингу можно решить вопросы миграции и циркуляции антропогенных веществ в окружающей среде. Вещества транспортируются подвижными средами и включаются в геохимические, трофические и другие пути миграции. Пройденный при этом путь, накопление или рассеяние веществ зависят как от условий внешней среды, так и от свойств этих веществ. Накопление токсичных, в частности канцерогенных веществ типа 3,4-бензпирена, в высших звеньях трофических цепей может иметь особенно неблагоприятные последствия. Постоянный выброс его в атмосферу создает вокруг человека определенный фон, поэтому мониторинг 3,4-бензпирена является весьма актуальным. Данные по миграции тяжелых металлов в системе «атмосфера – речной сток – морская лагуна» в Сихотэ-Алинском заповеднике очень полезны для организации фонового мониторинга.

Так, фоновые наблюдения на о.Ханка позволят получить баланс химических веществ в озере, учитывая при этом поступление загрязняющих веществ из атмосферы, выпадающих в озеро рек, а также вод, поступающих с сельскохозяйственных полей. Экологическое картирование уникального водоема о.Ханка позволит сделать оценку состава, распределения и функционального состояния сообществ всех трофических уровней.

На основе вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Глобальные изменения в биосфере вызвали необходимость анализа, оценки и прогноза их динамики с целью принятия решений для выработки стратегии развития человечества в целом, а также в отдельных регионах.

2. Задача экологического мониторинга – изучение биосферы как целостной системы и формирование банка данных о процессах, происходящих в среде обитания живых организмов. Наличие достоверной информации будет содействовать повышению точности экологических прогнозов и комплексной оценки состояния окружающей среды, рациональному использованию природных ресурсов.

3. Эффективность экологического мониторинга во многом зависит от технического уровня развития и внедрения в практику систем контроля за состоянием экосистем и биосферы в целом.

4. Важнейшим условием сбора информации является принцип синхронности наблюдений экологических переменных. Экологический

мониторинг включает в себя мониторинг атмосферного воздуха, воды, почв, растительного и животного мира, природных и экологических катастроф.

5. В системе экологического мониторинга важное значение имеет обнаружение, слежение и прогнозирование природных катастроф. Так, для смягчения воздействия тайфунов на население и экономику российского Дальнего Востока, планирования и проведения подготовительных защитных мероприятий с целью предотвращения человеческих жертв и уменьшения ущерба необходимо получение точных и своевременных предупреждений о тайфунах и ожидаемых эффектах в зависимости от силы ветра, количества выпавших осадков, интенсивности наводнений. Для этого необходима хорошо развитая сеть стандартных гидрометеорологических наблюдений, а также спутниковых и радиолокационных измерений в атмосфере, гидросфере и литосфере.

6. Проведение работ по предотвращению наводнений (строительство дамб, водохранилищ и других водозаградительных систем) должно проводиться с учетом естественных и антропогенных изменений климата. Без климатического мониторинга невозможно дать оценку экологических последствий в результате изменения климата. Необходима интеграция всех видов специализированных мониторингов в единый глобальный экологический мониторинг.

7. Конечной целью экологического мониторинга является создание единой автоматизированной системы управления природными ресурсами, качеством природной среды, включая систему прогнозирования изменений в биосфере на 5-10 лет вперед и более отдаленное будущее.

Литература

1. Израэль Ю.А. Философия мониторинга // Метеорология и гидрология. 1990. №6. С. 5-10.
2. Израэль Ю.А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка изменения состояния окружающей среды. Основы мониторинга // Метеорология и гидрология. 1974. №7.
3. Израэль Ю.А., Филиппова Л.М., Ровинский Ф.Я. Инсаров Г.Э., Колосков И.А. О программе комплексного фоновго мониторинга состояния окружающей среды // Метеорология и гидрология. 1978. №9. С. 5-10.
4. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Экология и проблемы комплексного глобального мониторинга мирового океана // Метеорология и гидрология. 1984. №8. С. 18-33.
5. Назаров Н.М., Рябошапка А.Г., Фридман Ш.Д. Система мониторинга трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ // Метеорология и гидрология. 1984. №11. С. 49-58.