

Фоновый мониторинг в Приокско-Тerrasном заповеднике

С.Г. ПАРАМОНОВ,
кандидат географических наук
Б.В. ПАСТУХОВ,
заведующий лабораторией
В.А. АБЛЕЕВА,
начальник станции КФМ в Приокско-Тerrasном
биосферном заповеднике

Контроль за состоянием окружающей среды в России относится к функциям Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Государственная

система мониторинга окружающей среды подразделяется в России на городской и фоновый мониторинг. В статье отражены этапы организации и перспективы развития в России системы контроля

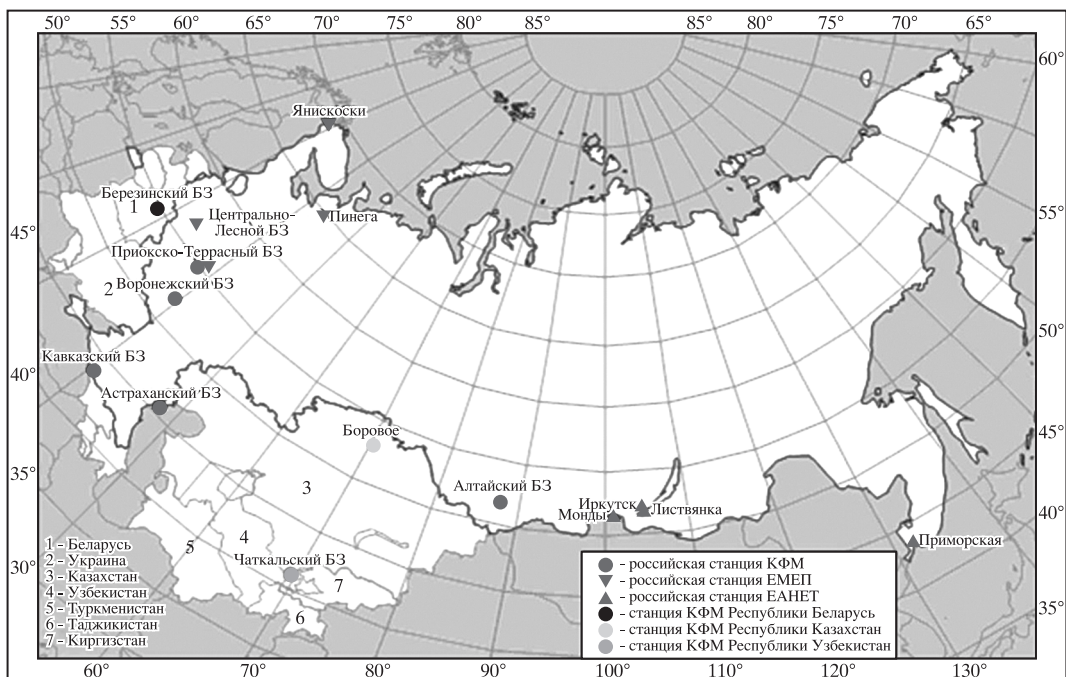
за фоновым уровнем загрязнения природной среды на примере станции комплексного фонового мониторинга (КФМ) в Приокско-Тerrasном биосферном заповеднике.

Понятия “фоновый мониторинг” и “фоновый уровень загрязнения” достаточно часто употребляются при характеристике состояния окружающей природной среды или при сравнении качества воздуха и поверхностных вод в городе или вблизи промышленных объектов с типичными для этого района “фоновыми” характеристиками. Применительно к станциям КФМ термин

“фоновый мониторинг” трактуется как наблюдение за состоянием эталонных (ненарушенных) природных территорий, расположенных на большом расстоянии от крупных урбанизированных и промышленных центров и отражающих, таким образом, не локальный, а региональный и даже глобальный уровень загрязнения.

Национальная система фонового мониторинга

на территории России состоит из нескольких сетей наблюдения. Среди них есть системы, созданные для наблюдения за состоянием отдельных компонент окружающей среды. Характерным примером служит сеть станций наблюдения за трансграничным переносом вредных веществ, работающая по стандартной международной программе, принятой в рамках Европейской



Сети фонового и трансграничного мониторинга за загрязнения природной среды в России и странах СНГ.

программы мониторинга и оценки окружающей среды (ЕМЕП). Другим примером могут быть станции, работающие по программам Глобальной службы атмосферы, наблюдения за изменением состава воздуха, химией атмосферы и осадков, содержанием CO_2 , аэрозолей и других компонент атмосферного воздуха.

Чтобы оценивать состояние природной среды и прогнозировать его изменения, необходимо иметь представления о возможных пре-

вращениях различных химических веществ и их миграции между компонентами. Единственной программой наблюдения, предусматривающей измерения большого числа приоритетных вредных веществ в различных компонентах природной среды, включая воздух, осадки, поверхностные воды, донные отложения, почву, растительность и снежный покров, считается комплексный фоновый мониторинг.

Этот термин ввел академик Ю.А. Израэль в 1978 г. Всемирная метеорологическая организация и Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) определяли фоновый мониторинг как "повторяющиеся измерения ряда экологических показателей или индикаторов в живых и неживых компонентах природной среды и исследование потоков вещества или энергии из одной компоненты природной среды в другую с целью оценки и предсказания экологического статуса. Мониторинг становится истинно комплексным, только когда измерения различных показателей или одних и тех же показателей, но в разных компонентах природной среды скоординированы во времени и пространстве".

В начале 1980-х гг. в СССР была создана сеть станций КФМ как подсистема Общегосударственной службы наблюдения и контроля за уровнем загрязнения внешней среды, чтобы комплексно подходить к оценке качества природ-



ной среды. Станции КФМ рассматриваются также и как часть системы глобального мониторинга ЮНЕП.

Для изучения и оценки фонового состояния окружающей природной среды и тенденций его изменений в региональном и глобальном масштабе Министерство сельского хозяйства СССР, Академия наук СССР и Главное управление гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР в 1977 г. постановило организовать первую очередь биосферных заповедников. Гидрометслужбе поручалось создать в заповедниках станции мониторинга для реализации программы

комплексных наблюдений и исследований фонового состояния биосферы по физическим, химическим и биологическим показателям.

В 1980-х гг. на территории ряда биосферных заповедников СССР (в частности, Приокско-Террасного, Воронежского, Кавказского, Астраханского) были созданы станции КФМ Росгидромета, организационно и методически объединенные в федеральную сеть. Основная задача КФМ – определение влияния антропогенной деятельности на окружающую среду на региональном и глобальном уровнях, выявление трендов изменения загрязнения различ-

Зубры в Приокско-Террасном биосферном заповеднике.

ных природных сред на территориях, удаленных от крупных источников выбросов.

При выборе места для станции учитывается распределение имеющихся в регионе крупных локальных источников загрязнения, способных оказывать влияние на выбираемый пункт наблюдений. Так, около административно-промышленных центров с населением больше 500 тыс. жителей расстояние до наблюда-

тельной площадки станции КФМ должно быть не менее 100 км. При невозможности выполнить это требование вероятность направления ветра от источника выброса вредных веществ к станции КФМ не должна превышать 20–30%.

Наиболее подходящими местами для строительства станций КФМ, представляющих собой образец эталонной природы и удаленных от значительных источников загрязнения, были выбраны биосферные заповедники как особо

охраняемые природные территории.

К середине 1990-х гг. на территории СССР планировалось открыть не менее 20 станций КФМ. Принималось во внимание биогеографическое зонирование при определении фонового уровня загрязнения природной среды, характерного для всех типов крупномасштабных экосистем. После распада Советского Союза из 16 действующих станций на территории России осталось только семь, остальные перешли к другим независимым государствам. В настоящее время в России регулярные наблюдения продолжают только на пяти станциях КФМ, четыре из которых

находятся в европейской части и одна – в азиатской части страны.

Информация, получаемая на станциях КФМ в ходе реализации комплексной программы наблюдений, предназначена для оценки текущего фонового состояния биосферы не только на территории конкретного заповедника, но и во всем регионе, где есть большое антропогенное воздействие на природную среду и здоровье населения.

Экологические наблюдения на особо охраняемых природных территориях, ориентированные на оценку экологии региона, должны обеспечить получение информации об экосистеме.

Полигон станции комплексного фонового мониторинга в заповеднике.



Она служит индикатором изменения биосферы региона в результате антропогенного воздействия. Региональный мониторинг, осуществляемый за границами особо охраняемых природных территорий, позволит получить информацию о пространственном распределении уровня антропогенного воздействия и об ответных реакциях природных экосистем на это воздействие с целью регулирования воздействия хозяйственной деятельности в регионе на окружающую природную среду.

Все станции КФМ работают по единой программе, включающей измерения приоритетных загрязняющих веществ в воздухе, осадках, поверхностных водах, почве и растительности. В программу входит также проведение метеорологических и гидрологических наблюдений.

Методики, используемые на станциях КФМ, официально сертифицированы и разработаны для определения малых концентраций веществ. Продолжительность отбора проб аэрозолей и газов из воздуха составляет 24 ч. Пробы атмосферных осадков осредняют за каждый месяц, пробы поверхностных вод отбирают 4–6 раз в год, почвы и растительности – раз в два года. Подготовка проб и наиболее простые анализы выполняются в химических лабораториях станций КФМ, сложные

измерения, требующие специальной высокоточной аппаратуры, – в Центральной аналитической лаборатории КФМ в Москве. Туда поступает и другая информация с наблюдательной сети. Полученные данные обобщают, публикуют в ежегодных сборниках и вносят в компьютерную базу “Фоновый мониторинг”.

Типовая программа КФМ на станции включает:

- измерение среднесуточных концентраций в воздухе взвешенных частиц (пыли), аэрозолей сульфатов и газообразных диоксидов серы и азота, значений pH атмосферных осадков;

- отбор суточных проб аэрозолей из воздуха для определения концентрации тяжелых металлов (свинец, кадмий, медь), стойких хлорорганических пестицидов (ДДТ, ГХЦГ и их метаболиты) и полиароматических углеводородов;

- отбор среднемесячных проб атмосферных осадков для определения концентрации тяжелых металлов (свинец, кадмий, медь, ртуть), хлорорганических пестицидов и полиароматических углеводородов, значений pH, катионного и анионного состава по программе Всемирной метеорологической организации;

- отбор проб поверхностных вод, почвы, лесной подстилки и растительности для определения концентрации тяжелых

металлов (свинец, кадмий, медь и ртуть), бензапирена и хлорорганических пестицидов;

- метеорологические наблюдения;

- гидрологические наблюдения;

- первичную подготовку проб атмосферных осадков, почвы и растительности и их отправку в центральную аналитическую лабораторию совместно с пробами аэрозолей на фильтрах.

Дополнительно к основной типовой программе наблюдений, осуществляемой на большинстве станций КФМ, в Приокско-Террасном биосферном заповеднике проводится ряд мероприятий. Определяется уровень грунтовых вод в скважинах, проводятся радиационные измерения, а также выполняется программа наблюдений и оценки трансграничного переноса загрязняющих веществ, включающая:

- отбор проб воздуха для определения концентрации сульфатов, нитратов, иона аммония, диоксида серы;

- отбор проб осадков для определения pH, электропроводности, концентрации сульфатов, нитратов, хлоридов, иона аммония, натрия, калия, кальция и магния.

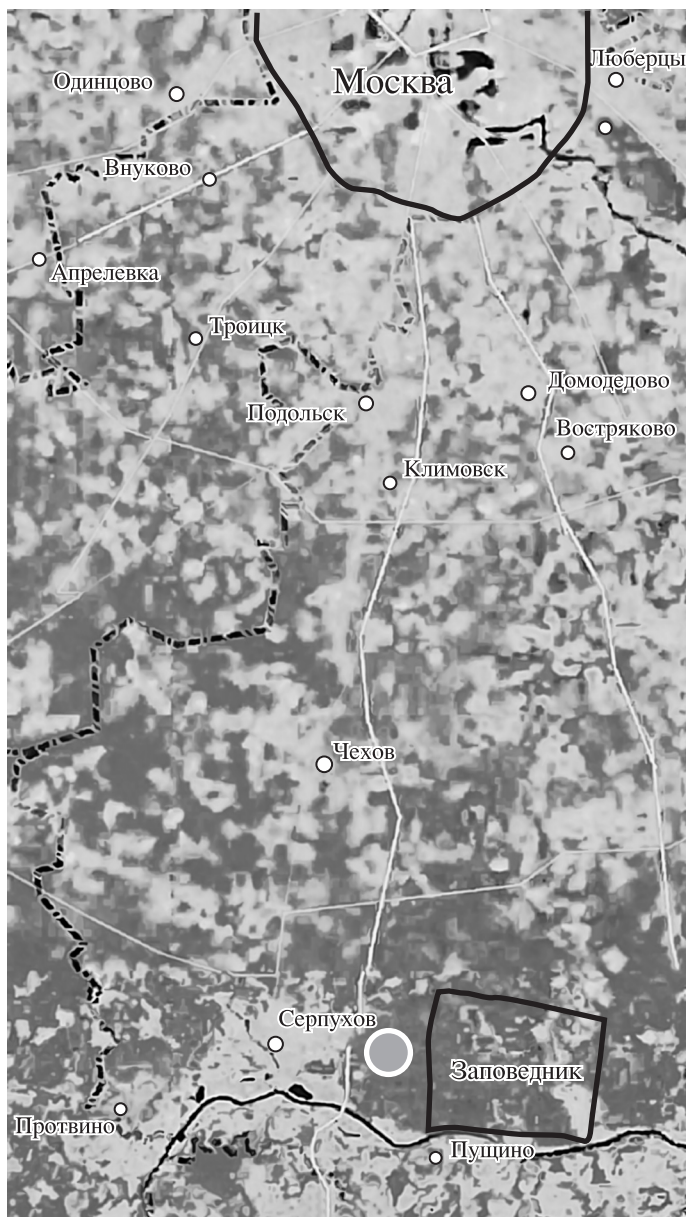
Научное и методическое руководство работой станции КФМ в Приокско-Террасном биосферном заповеднике, как и всей сети станций, осуществляет Институт глобального климата

Фрагмент карты Московской области с указанием расположения Приокско-Террасного биосферного заповедника.

и экологии Росгидромета и РАН. Он служит также информационным центром по сбору и обработке данных наблюдений комплексного фоновый мониторинга. Пробы со станций КФМ анализирует организованная на базе Института аналитическая лаборатория.

Результаты всех наблюдений, переданные со станции КФМ, вносят в единую компьютерную базу данных и используют для публикаций и предоставления по запросам. В настоящее время база на 45% состоит из данных о концентрациях вредных веществ в воздухе, на 20% – о химическом составе осадков, на 10% – из метеопараметров, по 10% занимают данные об объеме выбросов и другая информация, по 2,5% – о загрязнении почвы, растительности и донных отложений.

Результаты анализа и обобщения показателей, оценка текущего состояния и прогноз изменения окружающей среды на фоновом уровне ежегодно публикуются в Обзоре загрязнения природной среды в РФ и Обзоре фоновый состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ (до 1992 г. – СССР), подготавливаемых в Ин-



ституте. Ранее по результатам работы сети были опубликованы три аналитических обзора, информирующих о содержании в природной среде фоновых территорий специфических веществ: тяжелых металлов, хлорорганических соединений и

полициклических ароматических углеводородов, соединений серы и азота. Регулярно публикуются статьи по проблемам состояния фоновых территорий.

На базе Приокско-Террасного биосферного заповедника, располо-



женного в 100 км к югу от Москвы, с 1983 г., когда здесь была создана станция КФМ, производится отбор проб воздуха и осадков. Программа работ с каждым годом увеличивалась, и уже к 1985 г. на нашем полигоне были организованы ежедневные отборы проб воздуха и осадков. На территории заповедника выбраны площадки для отбора проб почвы, растительности, поверхностных вод и донных отложений. На следующий год была оборудована метеорологическая площадка, на которой в 1987 г. начались регулярные наблюдения по расширенной программе метеопоста. Позднее на станции были организованы работы по определению кислотности осадков и наблюдения за радиационной обстановкой. В 1992 г., после завершения строительства нового административного корпуса заповедника, станцию оборудовали новыми лабораторными

помещениями. Помощь станции КФМ в тяжелые годы перестройки оказал Е.С. Литкенс, возглавлявший в те годы заповедник. Закупались необходимые приборы и расходные материалы. Сотрудники станции начали принимать участие в различных экологических программах заповедника, что позволило расширить объем проводимых на станции наблюдений.

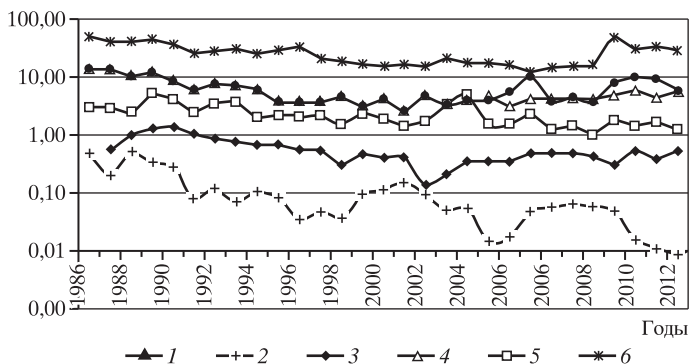
В 1999 г. станция КФМ в Приокско-Тerrasном биосферном заповеднике подключилась к участию в Международной программе мониторинга и оценки дальнего атмосферного переноса загрязняющих веществ в Европе. На ее базе была открыта станция трансграничного переноса. Позднее, в связи с началом участия России в Международной программе изучения изменения климата, начали брать пробы воздуха для измерения содержания парниковых газов, а

Аспираторы для отбора проб воздуха и установка "Кипарис" для отбора проб осадков.

с 2005 г. ведется радиационный мониторинг (исследование осадков на содержание трития).

Структурно станция КФМ включает химическую лабораторию, расположенную в главном административном здании заповедника, и стационарный наблюдательный полигон в 2,5 км от него, где размещено основное оборудование для отбора проб воздуха (аспираторы, фильтродержатели, газоанализаторы), осадкосборники и метеорологические приборы. На постоянных площадках берут пробы почвы, растительности, поверхностных вод и донных отложений, ведут гидрологические наблюдения и в 12 скважи-

Диаграмма многолетних изменений концентраций загрязняющих веществ (логарифмический масштаб от $\text{нг}/\text{м}^3$ до $0,01 \text{ мг}/\text{м}^3$) в атмосферном воздухе Приокско-Террасного биосферного заповедника: 1 – свинец, 2 – бензапирен, 3 – диоксид серы, 4 – диоксид азота, 5 – сульфаты, 6 – взвешенные частицы.



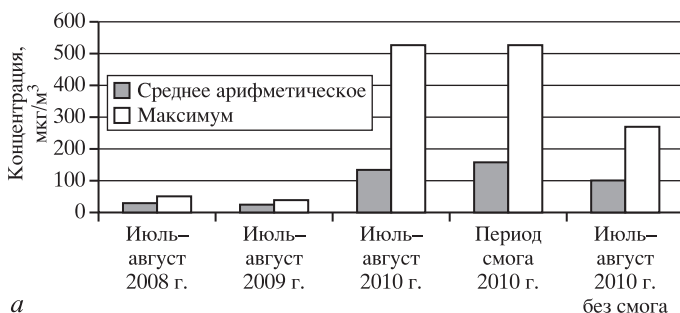
нах замеряется уровень грунтовых вод.

Почти 30-летние наблюдения на станции КФМ показали, что концентрации всех изучаемых вредных веществ в природных средах намного ниже предельно-допустимых. Это наглядно демонстрирует тенденцию уменьшения концентраций измеряемых ингредиентов с 1985 г. до начала 2000-х гг., что связано с сокращением производств после распада СССР. В последующие годы, когда отечественная промышленность начала восстанавливаться, наметился рост концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, значит, и увеличение антропогенных нагрузок на экосистемы заповедника. В связи с этим повышается важ-

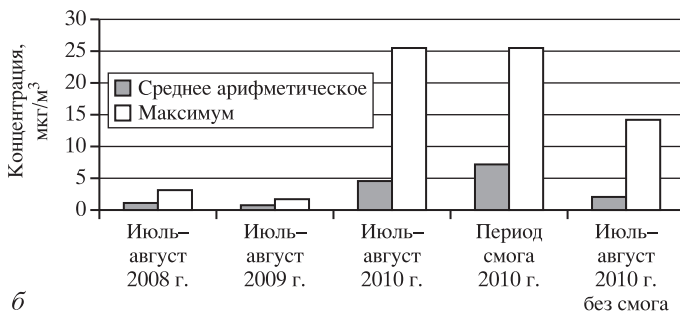
ность продолжения наблюдений, а может быть и расширения программы станции КФМ в заповеднике.

Действующая на территории России сеть станций КФМ позволяет отслеживать процессы различных масштабов и на разных территориях, от нескольких километров до тысяч километров. В этом смысле показательным был 2010 г.,

когда произошли лесные пожары вокруг Москвы и извержение вулкана в Исландии. Сравнительный анализ результатов измерений, полученных в соответствующих эти явлениям периоды наблюдений в заповеднике, и данные траекторного анализа движения воздушных масс, позволяют предположить, что повышение в 3,7 раза концентраций взвешенных частиц и в 2,1



а



б

Диаграммы средних и максимальных концентраций загрязняющих веществ в Приокско-Террасном биосферном заповеднике в июле – августе 2008–2010 гг.: а) взвешенные частицы, б) сульфаты.

раза аэрозолей сульфатов, отмечавшееся в марте – апреле 2010 г., может быть связано с извержением вулкана Эйяфьятль в Исландии, активная деятельность которого началась 20 марта 2010 г. (Земля и Вселенная 2011, № 1).

Чтобы оценить влияние пожаров летом 2010 г., были проанализированы пробы атмосферного воздуха за июль – август на содержание вероятных продуктов горения – взвешенных частиц, сульфатов, 3,4-бензапирена, диоксидов серы и азота. Согласно записям наблюдателей станции КФМ, с 24 июля по 17 августа на ее территории наблюдался смог. Анализ полученных данных показал, что по сравнению с предыдущими годами, когда наблюдалась характерная для летнего периода концентрация загрязняющих веществ, в период пожаров в воздухе в 5 раз возросло содержание взве-

шенных частиц, в 3–5 раз сульфатов, в 1,5–2 раза диоксидов серы и азота. Впервые за всю историю наблюдений превышена не только среднесуточная, но и максимальная разовая предельно-допустимая концентрация взвешенных частиц – 527 мкг/м³!

Кроме научной работы сотрудники станции КФМ в Приокско-Террасном биосферном заповеднике проводят экскурсии по своей территории.

При сравнении многолетней динамики изменения концентраций изучаемых веществ в воздухе на станции КФМ в Приокско-Террасном заповеднике с результатами данных, получаемых на других станциях, отмечается аналогичная временная тенденция. С начала наблюдений (1980-е гг.) до середины 1990-х гг. на всей исследуемой территории России отмечался рост среднегодовых значений концентраций, затем, к началу

2000-х гг., – снижение и с 2005 г. их рост. В последние годы процессы стабилизировались, серьезных изменений уровней концентраций не зафиксировано. Это свидетельствует о крупномасштабности механизмов атмосферных переносов в фоновых районах над большой частью суши. Таким образом, наблюдения, выполняемые по программе комплексного фонового мониторинга, позволяют отслеживать изменения окружающей природной среды, обусловленные как антропогенными, так и природными факторами. Они служат основой для принятия соответствующих природоохранных решений. Получаемые данные способствуют пониманию загрязнения природной среды на животный и растительный мир такого уникального природного объекта, как Приокско-Террасный биосферный заповедник, который в 2015 г. отметил свое 70-летие.