ОРГАНИЗАЦИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

DOI 10.15593/2409-5125/2015.01.05

УДК 502.52:551.5

А.В. Цыбина, М.С. Дьяков, Я.И. Вайсман

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

ОПЫТ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТЫХ ГОРОДОВ РОССИИ

Рассматривается проблема модернизации систем мониторинга атмосферного воздуха в городских агломерациях с высоким уровнем загрязнения. Проанализированы требования нормативных документов, регламентирующих порядок организации систем экологического мониторинга в РФ. Описан порядок согласования с контролирующими органами характеристик системы мониторинга, включая вид, характеристики пунктов наблюдений, программу и методы обработки результатов наблюдений, способ их передачи в единый фонд данных о состоянии окружающей среды. Отмечено, что традиционные городские системы мониторинга атмосферного воздуха не позволяют осуществлять оперативный сбор, обработку, передачу и использование данных наблюдений в задачах контроля и регулирования уровней загрязнения атмосферы. Современные автоматизированные системы мониторинга позволяют решить эти проблемы, и в то же время отвечают всем нормативным требованиям. Проанализированы успешные отечественные примеры создания автоматизированных систем мониторинга атмосферного воздуха в городе Санкт-Петербург и Свердловской области, выявлены основные преимущества рассмотренных проектов. Отличительной особенностью системы, созданной в г. Санкт-Петербург, является предоставление информации о результатах мониторинга широкому кругу заинтересованных сторон. Проект по модернизации системы мониторинга атмосферного воздуха, реализованный в Свердловской области, может служить в качестве модели для других проектов подобного рода, поскольку в нем была четко составлена и реализована поэтапная программа мероприятий, включая создание специализирован-

ной организации, разработку нормативно-правовых документов, обеспечение финансовой поддержки. На примере работ по созданию параллельной системы автоматического мониторинга в г. Березники (Пермский край) предложен алгоритм разработки современной системы мониторинга атмосферного воздуха, составленный с учетом требований законодательства к порядку комплектования поста, определения его местоположения и процедуры согласования с контролирующими органами.

Ключевые слова: мониторинг атмосферного воздуха, экологический мониторинг, наблюдение, система мониторинга, загрязнение, загрязняющее вещество, станция мониторинга, методы наблюдений, репрезентативные данные.

Сложившийся благоприятный инвестиционный климат и расширение производственных мощностей предприятий в Российской Федерации привело к тому, что в стране в последние годы наблюдается экспоненциальный рост промышленного производства. При этом во многих регионах России развитие промышленности сопровождается ухудшением экологической обстановки, обусловленным бесконтрольной техногенной деятельностью и отсутствием достоверных данных о состоянии окружающей среды. Получение, обработка и распределение такой информации по заинтересованным организациям и органам власти входят в задачи экологического мониторинга.

Наблюдения за экологическим состоянием окружающей среды и, в частности, атмосферного воздуха велись в нашей стране многие годы, однако делалось это, в основном, в ручном или полуавтоматическом режиме (отбор проб воздуха – транспортировка в лабораторию – выполнение анализов – запись в журнал – оформление отчетных документов – доведение информации до заинтересованных сторон), что не позволяло получать и использовать данные мониторинга в режиме реального времени [1]. Для принятия своевременных управляющих решений необходимо не только вовремя получать достоверную информацию о состоянии окружающей среды, но и оперативно выявлять зоны загрязнения, прогнозировать скорость движения и концентрации вредных веществ в зависимости от сложившейся ситуации, как при штатном, так и при аварийном режиме работы промышленных предприятий [2, 3].

В 70–80-х гг. XX в. западные страны столкнулись с аналогичной проблемой и для ее решения начали активно создавать высокоточные средства измерения и контроля, работающие в полуав-

томатическом и автоматическом режиме. В результате модернизации действующих систем мониторинга стали появляться городские, а затем и региональные сети автоматических постов контроля загрязнений атмосферы, выросшие к настоящему времени в мощные информационно-измерительные системы, позволяющие оперативно получать репрезентативные данные о качестве атмосферного воздуха и на их основе принимать решения по управлению экологической обстановкой в том или ином регионе [4].

В России система мониторинга атмосферного воздуха является составной частью комплексной государственной системы наблюдений за состоянием окружающей среды. Основной целью этой системы является выполнение государственной задачи обеспечения безопасности и качества окружающей среды, разработки стратегии и тактики работы природоохранных служб, гарантирующей получение объективной информации о состоянии окружающей среды [5]. Задачи и порядок организации государственного экологического мониторинга самым строгим образом регламентируются комплексом нормативно-правовых документов.

Первичным источником экологического права в Российской Федерации является основной закон государства – Конституция РФ, объявляющая человека с его правами и свободами высшей ценностью. Конституция устанавливает, что каждый гражданин России имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Основным законом экологического права России является принятый 10 января 2002 г. Федеральный закон «Об охране окружающей среды». Согласно данному документу, одним из основных принципов охраны окружающей среды в РФ является соблюдение права каждого человека на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды. Федеральный закон определяет государственный экологический мониторинг как комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, как оценку и прогноз изменений состояния окружающей среды.

В соответствии с Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и Федеральным законом от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» Правительство Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления в целях наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, комплексной оценки и прогноза его состояния, а также обеспечения органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций и населения текущей и экстренной информацией о загрязнении атмосферного воздуха организуют государственный мониторинг атмосферного воздуха и в пределах своей компетенции обеспечивают его осуществление на соответствующих территориях Российской Федерации, субъектов РФ и муниципальных образований. При этом органы государственной власти субъектов РФ в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, обладают правом формирования и обеспечения функционирования территориальных систем наблюдения за состоянием окружающей среды на территории субъекта Российской Федерации, являющихся частью единой системы государственного экологического мониторинга. В то же время законодательство четко не регламентирует источники финансирования создания и модернизации территориальных систем экологического мониторинга, и в каждом отдельном случае органы государственной власти субъектов РФ и органы местного самоуправления решают данный вопрос на свое усмотрение.

В число нормативно-правовых документов, регламентирующих порядок организации, учета и функционирования государственной системы мониторинга окружающей среды, входит Приказ Росгидромета от 21.01.2000 № 13 «Об утверждении Положения о порядке организации, учета и функционирования ведомственной наблюдательной сети». Под наблюдательной сетью понимается система стационарных и подвижных пунктов наблюдений, в том числе постов, станций, лабораторий, центров, бюро, обсерваторий, предназначенных для наблюдений за физическими и химическими процессами, происходящими в окружающей среде, определения ее характеристик, а также для определения уровня загрязнения атмосферного воздуха, почв, водных объек-

тов и околоземного космического пространства. Согласно данному документу, организация и функционирование ведомственной наблюдательной сети осуществляется с соблюдением основных принципов деятельности гидрометеорологической службы:

- репрезентативности пунктов наблюдений;
- единства и сопоставимости методов наблюдений, обработки и обобщения результатов наблюдений;
- обеспечения достоверности получаемых результатов и доступности информации для пользователей.

Ведомственные стационарные и подвижные пункты наблюдений осуществляют свою деятельность на основании лицензий Росгидромета.

Первым этапом организации ведомственного пункта наблюдений является направление соответствующей заявки в Росгидромет или его территориальный орган. При положительном решении Росгидрометом вопроса о создании пункта наблюдений ведомство или организация, подавшая заявку, согласовывает с Росгидрометом или его территориальным органом обязанности сторон, в том числе следующие вопросы:

- вид и место размещения пункта наблюдений;
- программу наблюдений;
- методы и программные средства обработки результатов наблюдений;
- перечень приборов и оборудования;
- способ передачи результатов наблюдений и другой оперативной информации;
- способ и сроки передачи режимной информации в Единый государственный фонд данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении;
- предполагаемый срок начала функционирования пункта наблюдений.

В обязанности ведомства или организации, открывающей пункт наблюдений, помимо оформления всей необходимой документации на открытие такого пункта и получения от Росгидромета лицензии на право выполнения наблюдений, также входит обеспечение передачи результатов наблюдений в Единый государственный фонд данных о состоянии окружающей среды и ее загрязнении.

Ряд нормативных и руководящих документов (например, руководящий документ РД 52.04.186–89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы») регламентирует порядок проведения мониторинга загрязнения атмосферы, в том числе устанавливает правила по выбору места наблюдений, программы работ, проведению измерений, анализу отобранных проб, сбору, обработке, статистическому анализу и представлению информации заинтересованным организациям. Строгие требования выдвигаются и к средствам измерений, которые в обязательном порядке должны проходить государственную аттестацию, метрологическую поверку, должны быть внесены в государственный реестр. В соответствии с Федеральным законом от 19.07.1998 № 113-ФЗ «О гидрометеорологической службе» все участники деятельности гидрометеорологической службы должны соблюдать установленные требования для обеспечения единства и сопоставимости данных наблюдений за состоянием загрязнения, поэтому все приборы, используемые для проведения отбора и анализа проб атмосферного воздуха должны иметь заключение о сертификации в ГУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (ГГО им. А.И. Воейкова) [6].

В то же время ни один нормативный документ не выдвигает требований непосредственно к организации самой системы мониторинга атмосферного воздуха. Учитывая отмеченные выше недостатки традиционных систем мониторинга, в которых наблюдения за экологическим состоянием атмосферного воздуха велись в основном в ручном режиме, ученые и специалисты развитых зарубежных стран и России начиная с 70-х гг. XX в. активно и успешно используют при создании таких систем последние достижения и передовые разработки в области микроэлектроники, вычислительной и измерительной техники, программного обеспечения, средств хранения и передачи данных [7].

К очевидным преимуществам современных автоматизированных систем мониторинга атмосферного воздуха относится, в первую очередь, возможность получать оперативные данные о залповых выбросах и идентифицировать их источник, для чего в традиционных системах требуется период в несколько дней. Таковую возможность обеспечивает использование автоматических

многокомпонентных газоанализаторов, оснащенных системами дистанционного управления и передачи информации [8]. Показания этих приборов позволяют непрерывно в автоматическом режиме измерять концентрации отдельных загрязняющих веществ и регистрировать существующие уровни загрязнения, что значительно облегчает контроль источников загрязнения и позволяет точно зафиксировать момент времени, соответствующий аномально высоким концентрациям загрязняющих веществ. Показатели, определяемые на станциях автоматического контроля атмосферного воздуха, имеют арбитражную силу, поэтому такие данные являются источником достоверной информации о влиянии выбросов предприятий на качество атмосферного воздуха и могут быть использованы в качестве аргумента при возникновении разногласий между предприятиями и природоохранными органами.

В России одним из ярких примеров успешной работы автоматической системы мониторинга атмосферного воздуха является автоматизированная система мониторинга (АСМ) атмосферного воздуха Санкт-Петербурга, созданная в 2000 г. администрацией города. Данные АСМ г. Санкт-Петербург используются:

- для оценки и прогноза изменений состояния атмосферного воздуха Санкт-Петербурга под воздействием природных и антропогенных факторов с целью своевременного выявления негативных процессов, влияющих на качество атмосферного воздуха;
- формирования баз данных мониторинга состояния атмосферного воздуха в информационно-аналитическом комплексе «Экологический паспорт территории Санкт-Петербурга» и в Едином государственном фонде данных о состоянии окружающей природной среды;
- верификации результатов расчетных методов оценки и прогноза влияния источников выбросов на загрязнение атмосферного воздуха при выработке рекомендаций и решений, направленных на снижение и предотвращение вредных воздействий на окружающую среду;
- информационного обеспечения органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц по вопросам состояния атмосферного воздуха Санкт-Петербурга;

• оценки состояния (загрязнения) атмосферного воздуха в случае чрезвычайных ситуаций (распоряжение Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга от 18.11.2008 № 141-р «Об автоматизированной системе мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга»).

Отличительной особенностью АСМ г. Санкт-Петербург является предоставление информации о результатах мониторинга широкому кругу потребителей в режиме реального времени [9]. Данные о погоде и состоянии атмосферного воздуха поступают на общедоступные городские мониторы и стенды, интернет-сайты, в том числе туристический сайт города и сайт администрации города с показом аналитической информации на карте (рис. 1), а также в новостные ленты радио и телевидения.

Рис. 1. Представление данных мониторинга состояния атмосферного воздуха г. Санкт-Петербург на экологическом портале интернет-сайта городской администрации

Еще одним успешным примером организации современной системы мониторинга атмосферного воздуха на территории индустриально развитого региона Российской Федерации является создание параллельной автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха в Свердловской области. Эта система создана и развивается Министерством природных ресурсов Свердловской области (МПРСО) совместно со Свердловским областным государственным учреждением «Центр экологического мониторинга и контроля» (СОГУ ЦЭМиК). Автоматические станции в этом регионе устанавливались и вводились в эксплуатацию постепенно в течение пяти лет с января 2004 г. по декабрь 2008 г. В настоящее время сеть наблюдений включает в себя 11 автоматических станций мониторинга атмосферы в 10 муниципальных образованиях области. Станции функционируют непрерывно и обеспечивают регулярное получение оперативной информации об уровне загрязнения атмосферного воздуха основными и специфическими загрязняющими веществами, а также о метеоусловиях в районе размещения станций.

Проект по модернизации системы мониторинга атмосферного воздуха, реализованный в Свердловской области, может быть использован в других регионах России в качестве модели при создании параллельной системы мониторинга атмосферного воздуха в силу ряда причин. Прежде всего нужно отметить, что в Свердловской области данная программа была инициирована «сверху» и осуществлена при полной поддержке руководства региона, что в условиях нашей страны является мощным фактором успеха любого проекта подобного масштаба. Для реализации программы была создана специализированная организация – СОГУ ЦЭМиК, которая получила все необходимые полномочия, компетенции и рычаги и в полной мере несет ответственность за выполнение программы. СОГУ ЦЭМиК была получена лицензия Росгидромета на осуществление деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях. Данная организация являлась государственным заказчиком при проведении конкурсной процедуры приобретения автоматических постов, которые после закупки были поставлены на баланс СОГУ ЦЭМиК.

Проекту по модернизации системы мониторинга атмосферного воздуха Свердловской области была обеспечена необходимая юридическая и финансовая поддержка. На первых этапах реализации данного проекта были разработаны и закреплены в нормативных документах рамочные программы и соглашения, направленные на совершенствование системы экологической безопасности региона:

1. Была разработана концепция экологической безопасности Свердловской области на период до 2020 г. Основными целями Концепции являются обеспечение благоприятного состояния окружающей среды и создание условий для повышения качества жизни граждан, сохранение и восстановление естественных экосистем, природных ландшафтов и природных комплексов.

2. Для реализации Концепции экологической безопасности Свердловской области была разработана областная целевая программа «Экология и природные ресурсы Свердловской области», а также план мероприятий (рис. 2).

Рис. 2. Этапы модернизации системы мониторинга атмосферного воздуха Свердловской области

План-график мероприятий по модернизации системы мониторинга атмосферного воздуха Свердловской области, являющийся составной частью плана мероприятий по реализации концеп-

ции экологической безопасности в регионе, составлен предельно конкретно с указанием сроков, стоимости и источников финансирования каждого этапа работ. Источниками ресурсного обеспечения целевой программы являются средства федерального, областного, местных бюджетов, а также внебюджетные средства. Такой детальный план позволяет четко контролировать ход выполнения программы и облегчает управление этим процессом.

Преимуществом рассматриваемого проекта является системный комплексный подход, использованный при составлении плана мероприятий по модернизации системы мониторинга атмосферного воздуха. План включает в себя не только ввод в эксплуатацию вновь созданных автоматических станций контроля за загрязнением атмосферного воздуха, но и модернизацию программного обеспечения на уже существующих автоматических станциях областной системы государственного экологического мониторинга. Таким образом, обеспечивается оптимальное использование всех ресурсов системы – как вновь вводимых, так и уже существующих.

Созданная сеть наблюдений функционирует в десяти городах Свердловской области с наиболее неблагоприятной экологической обстановкой. Станции непрерывно определяют уровень загрязнения атмосферного воздуха основными и специфическими загрязняющими веществами, а также в автоматическом режиме измеряют метеоданные. Ежедневно производится 72 измерения по каждому загрязняющему веществу. Показатели, определяемые на станциях автоматического контроля атмосферного воздуха, имеют арбитражную силу. Станции оборудованы всем необходимым для автономной работы – системами энергоснабжения, отопления и кондиционирования, охранной и пожарной сигнализацией, укомплектованным рабочим местом оператора.

Отмеченные выше недостатки традиционных систем государственного экологического мониторинга атмосферного воздуха характерны для большинства регионов Российской Федерации [10, 11]. Одним из таких крупных промышленных регионов является Пермский край, состояние окружающей среды которого определяется факторами, присущими всем старопромышленным регионам России, в частности:

1) высокой техногенной нагрузкой, обусловленной чрезмерной концентрацией экологически опасного производства;

2) долговременным и непрерывным негативным воздействием на природные комплексы, вызвавшим сокращение и/или деградацию их природно-ресурсного потенциала;

3) использованием устаревших технологий и оборудования, высокой ресурсо- и энергоемкостью производства, повлекшими накопление значительного количества отходов, загрязнение почв, воздушного и водного бассейнов, сокращение биологического разнообразия, ухудшение качества окружающей среды [12].

В качестве пилотного проекта по модернизации системы мониторинга атмосферного воздуха в Пермском крае было выбрано совершенствование существующей системы мониторинга города Березники. Репрезентативность такого проекта обусловлена тем, что Березниковский район является развитой индустриальной территорией с большим количеством предприятий разных отраслей промышленности.

Селитебная зона города Березники расположена в окружении крупных промышленных предприятий, среди которых:

- Филиал «Азот» ОАО ОХК «УРАЛХИМ» в г. Березники (один из крупнейших отечественных производителей аммиака и азотных удобрений на его основе);

- АВИСМА филиал ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» (крупнейший в мире производитель титана, единственная в мире титановая компания, осуществляющая полный цикл производства – от переработки сырья до выпуска конечной продукции);

- ОАО «Уралкалий» (крупнейший в мире производитель калийных удобрений);

- ОАО «Березниковский содовый завод» (старейший и один из наиболее крупных российских производителей кальцинированной соды);

- ОАО «Порт Березники»;

- ООО «Березниковский кирпичный завод»;

- ООО «Сода-хлорат».

Выбросы этих и других предприятий города содержат в своем составе целый ряд загрязняющих веществ, в том числе относящиеся к чрезвычайно опасным и высокоопасным (хлористый водород, се-

роводород, хлор, бензпирен, формальдегид и пр.). В процессе наблюдения за состоянием атмосферного воздуха в городе отмечено большое количество случаев превышения максимальных разовых ПДК (рис. 3). Модернизация городской системы мониторинга атмосферного воздуха позволит в оперативном режиме получать данные о залповых выбросах и идентифицировать их источник.

Рис. 3. Количество случаев превышения максимальных разовых ПДК по г. Березники в 2006–2010 гг.

Мониторинг атмосферного воздуха на территории г. Березники осуществляется лабораторией по мониторингу загрязнения атмосферного воздуха ГУ «Пермский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» на четырех стационарных постах по 24 веществам три раза в сутки. Выборка зарегистрированных значений индекса загрязнения и кратности превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ за последние пять лет показывает, что уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Березники характеризуется как высокий или повышенный.

В соответствии с ГОСТ 17.2.3.01–86 «Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» и РД 52.04.186–89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» количество стационарных постов системы мониторинга атмосферного воздуха устанавливается в зависимости от численности населения, площади населенного пункта, рельефа местности, степени развития промышленности. Численность населения г. Березники в 2014 г. составляла 150 696 чел.; согласно ГОСТу, на территории населенного пункта с численностью населения 100–200 тыс. чел. должно

быть не менее двух-трех стационарных постов. С учетом того, что все промышленные предприятия города, являющиеся основными источниками загрязнения атмосферного воздуха, расположены компактно на западе от селитебной территории города, имеющее количество стационарных постов системы мониторинга удовлетворяет требованиям нормативных документов. В то же время можно отметить и существенные недостатки, присущие системе мониторинга атмосферного воздуха г. Березники:

1. Большая часть оборудования, применяемого при отборе и анализе проб атмосферного воздуха, физически и морально устарела, часто выходит из строя, существуют технические и финансовые сложности с его ремонтом и заменой. На сегодняшний день отбор проб осуществляется в основном в ручном режиме на электроасpirаторах М-822, что не позволяет производить отбор проб в дополнительные сроки и осуществлять мониторинг воздуха по расширенной программе и в автономном режиме. Существующие посты необходимо оснастить новым высокотехнологичным аналитическим оборудованием, автоматическими пробоотборниками и аспираторами.

2. Установленное на стационарных постах наблюдения за загрязнением окружающей среды оборудование позволяет производить автоматический отбор проб воздуха, но только в определенные сроки. Результаты анализов отобранных проб могут быть получены только через 4–6 ч после отбора, что не позволяет оперативно реагировать в случае экстремального высокого загрязнения атмосферного воздуха, а также с высокой достоверностью выявлять источники загрязнения.

Согласно действующим нормативным документам, органы местного самоуправления обладают правом организовывать государственный мониторинг атмосферного воздуха и осуществлять его на соответствующих территориях муниципальных образований. Создаваемая администрацией города Березники автоматическая система мониторинга атмосферного воздуха будет работать параллельно с существующей системой.

Подготовка материалов для создания параллельной автоматической системы мониторинга атмосферного воздуха в г. Березники выполнялась в три этапа. Какие работы выполнялись на каждом этапе, представлено на рис. 4.

Рис. 4. Этапы работ по созданию автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха в г. Березники (Пермский край)

Разрабатываемая система должна была удовлетворять следующим требованиям:

- охват всей территории жилой части города;
- круглосуточный режим работы, проведение исследований в режиме реального времени;
- определение фактических (массовых) концентраций загрязняющих веществ, количества величины превышений ПДК;
- сбор, регистрация, обработка, хранение и вывод результатов обработки измерительной информации (данных исследований) в Единую дежурно-диспетчерскую службу города, диспетчерские службы предприятий.

Система должна обеспечивать измерение концентраций установленного перечня ингредиентов, а также метеорологических данных. Измерительное оборудование станций должно быть внесено в государственный реестр, обеспечивать возможность проведения ежегодной поверки и иметь поверочные свидетельства установленного образца [13].

Проведенный анализ российского рынка поставщиков автоматических станций мониторинга атмосферного воздуха позволил

определить компанию, поставляющую посты, в полной мере отвечающие предъявленным требованиям. Основу измерительных комплексов выбранного поставщика составляют автоматические приборы-газоанализаторы, сертифицированные в установленном порядке Госстандартом России, подключенные к системе пробоотбора на базе зондов, прошедших экологическую экспертизу в главном методическом центре Росгидромета – ГГО им. А.И. Воейкова, и допущенные для применения во всех климатических поясах. Входящее в комплект поста устройство управления, разработанное специально для задач мониторинга, – регистратор данных (даталоггер) – осуществляет функции сбора, обработки и хранения информации. Результаты измерений передаются в центр приема информации по телефонным линиям, через сотовую связь, интернет или по радио. Установленное на удаленном компьютере специализированное программное обеспечение, входящее в комплект поста, позволяет организовать автоматический режим приема данных и представить их в файлах нужного формата.

Репрезентативность наблюдений за состоянием загрязнения атмосферы в городе зависит от правильности расположения станции на территории [14], поэтому выбор места расположения автоматизированной станции мониторинга атмосферного воздуха в г. Березники осуществляли с учетом требований руководящего документа РД 52.04.186–89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». Согласно данному руководству, при выборе места для размещения поста с целью получения информации об уровне загрязнения воздуха, характерном для определенного района города, необходимо придерживаться следующих правил:

- Станция размещается на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке.
- Перед входным устройством для отбора проб воздуха отсутствуют любые препятствия (здания, деревья и пр.).
- Пункт наблюдений не должен размещаться в непосредственной близости источника выбросов.

В соответствии с данными требованиями были выбраны четыре предполагаемых места размещения станции автоматического мониторинга атмосферного воздуха и проведен анализ каждой из предложенных точек.

Точка № 1 – по ул. Льва Толстого (за вечным огнем г. Березники) (рис. 5). Вблизи Центра научно-технической информации, расположенного по ул. Льва Толстого в городе, существует свободная площадь, где может быть размещен автоматический пост атмосферного воздуха. Данная территория удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к местам размещения станций автоматического мониторинга атмосферного воздуха. Однако данная территория зарезервирована под перспективы развития жилой застройки г. Березники.

Рис. 5. Место размещения станции автоматического мониторинга воздуха. Точка № 1

Точка № 2 – площадь Первостроителей (рис. 6). Предполагается разместить пост автоматического мониторинга атмосферного воздуха в юго-восточной части сквера, расположенного в непосредственной близости площади Первостроителей. В настоящее время большая часть сквера подверглась существенной перестройке и стала просторнее вследствие вырубki части деревьев по периметру. Объявлен конкурс на реконструкцию восточной части сквера. Благодаря этому возникает возможность разместить пост вне аэродинамической тени зданий и зоны зеленых насаждений, обеспечить проветриваемость территории размещения поста, а также исключить влияние близко расположенных низких источников загрязнения (стоянок автомашин, мелких предприятий с низкими выбросами и т.п.).

Рис. 6. Место размещения станции автоматического мониторинга воздуха. Точка № 2

Точка № 3 – по ул. Пятилетки (северная часть треугольного сквера) (рис. 7). Анализ таблиц точек поля максимальных концентраций выявил точку в северной части треугольного сквера. Однако треугольный сквер имеет в приземном слое высокую плотность зеленых насаждений, что ограничивает проветриваемость территории, способствует образованию застойных зон и, как следствие, ведет к искажению информации.

Рис. 7. Место размещения станции автоматического мониторинга воздуха. Точка № 3

Точка № 4 – перекресток ул. Юбилейная и ул. Свердлова (рис. 8). На данной территории в час пик скапливается значительное количество автомобильного транспорта, что не удовлетворяет требованию отсутствия влияния близко расположенных низких источников загрязнения. Также вблизи располагаются пятиэтажные жилые здания, что будет препятствовать аэродинамическому проветриванию места расположения поста мониторинга атмосферного воздуха [15].

Рис. 8. Место размещения станции автоматического мониторинга воздуха. Точка № 4

Анализ характеристик точек размещения станции автоматического мониторинга атмосферного воздуха показал, что оптимальным местом расположения поста является площадь Первостроителей. Данное место удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к местам размещения станций мониторинга. Сейчас формируется план реконструкции сквера, расположенного в непосредственной близости от площади Первостроителей, что позволит учесть требования к площадке размещения поста, а также требования к фундаменту, электроснабжению и организации антивандальной защиты.

Работы по созданию параллельной автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха в г. Березники (Пермский край) в настоящее время находятся в завершающей стадии.

Закключается контракт с выбранным поставщиком, который осуществит поставку и пусконаладку станции автоматического мониторинга. Результаты пилотного проекта по модернизации системы мониторинга атмосферного воздуха, реализованного в г. Березники, в будущем подвергнутся анализу, систематизации и масштабированию применительно к другим городам Пермского края.

Совершенствование действующей системы мониторинга атмосферного воздуха в Российской Федерации является актуальной задачей, требующей принятия соответствующих решений. Проведенный обзор нормативной и научно-технической литературы, а также анализ проектов по модернизации городских систем мониторинга атмосферы позволяет сделать вывод о том, что подобная задача на сегодняшний день может быть решена путем создания автоматизированных систем мониторинга, работающих параллельно с государственной системой мониторинга и контроля атмосферного воздуха.

Библиографический список

1. Концептуальные основы нормирования эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух автотранспортными средствами / Л.Х. Бадалян [и др.] // Устойчивое развитие горных территорий. – 2011. – № 4. – С. 35–41.
2. Дорохов И.Н., Смирнов В.Н. Автоматизированная система экологического мониторинга промышленного района [Электронный ресурс] // Программные продукты и системы. – 1998. – № 1. – URL: http://swsys.ru/print/article_print.php?id=975 (дата обращения: 22.01.2015).
3. Дорошев С.А., Плотникова Р.Н. Новый подход в оценке экологического ущерба атмосферному воздуху от передвижных источников загрязнения // Финансы. Экономика. Стратегия. – 2008. – № 12. – С. 17–21.
4. Колтыпин С.И., Петрулевич А.А. Автоматизированные системы экологического мониторинга: интегрированный подход // Современные технологии автоматизации. – 1997. – № 1. – С. 26–31.
5. Припутина И.В., Башкин В.Н. Экологические риски в связи с техногенным загрязнением окружающей среды: анализ подходов и методов оценки // Проблемы анализа риска. – 2012. – № 5. – С. 12–25.

6. Король И.Л., Шнееров Б.Е. Главная геофизическая обсерватория: вехи становления метеорологии в России // Природа. – 2004. – № 3. – С. 27–33.

7. Решение практических задач нормирования выбросов взвешенных частиц в атмосферный воздух города Белгорода с использованием данных лидарных измерений / А.Э. Боровлев [и др.] // Экологические системы и приборы. – 2013. – № 6. – С. 16–21.

8. Сергиенко Л.И., Сергеев А.Н. Проблема защиты атмосферного воздуха от загрязнения промышленностью и автомобильным транспортом, пути ее решения в г. Волжском Волгоградской области // Вестник Волгоградского государственного университета. – 2003. – № 8. – С. 133–136.

9. Рябченко О.И., Зачиняев Я.В. Охрана и мониторинг атмосферного воздуха – приоритетные направления сервиса экосистем Санкт-Петербурга и Ленинградской области // Техничко-экономические проблемы сервиса. – 2014. – № 2 (28). – С. 34–40.

10. Яковенко Н.В., Марков Д.С. Качество атмосферного воздуха как составляющая качества среды обитания Ивановской области [Электронный ресурс] // Современные исследования социальных проблем. – 2012. – № 11 (19). – URL: <http://sisp.nkras.ru/e-ru/issues/2012/11/markov.pdf> (дата обращения: 09.02.2015).

11. Обеспечение экологического мониторинга качества воздушного бассейна республики Башкортостан / А.М. Сафаров [и др.] // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2013. – № 4. – URL: http://ogbus.ru/authors/SafarovAM/SafarovAM_4.pdf (дата обращения: 02.02.2015).

12. Шкляев В.А., Шкляева Л.С. Оценка качества сети наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в г. Перми и возможности ее совершенствования // Географический вестник. – 2008. – № 2. – С. 196–205.

13. Гаглоева А.Е. Совершенствование расчетного метода контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух с открытых поверхностей испарения: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Омск, 2011. – 19 с.

14. Штриплинг Л.О., Гаглоева А.Е. Расчетный метод контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух с открытых поверхностей испарения: моногр. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. – 96 с.

15. Кабашов В.Ю., Багаутдинов А.М. Влияние на атмосферный воздух источников загрязнения антропогенного происхождения // Проблемы формирования и реализации потенциала личности в современной России: материалы VII междунар. науч.-практ. конф., Уфа, 25 марта 2010 г. – Уфа, 2010. – С. 30–32.

References

1. Badaljan L.H. et al. Kontseptualnye osnovy normirovaniya emissii zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferyj vozdukh avtotransportnymi sredstvami [Conceptual bases for valuation of vehicles emissions of pollutants into the air]. *Ustojchivoe razvitie gornykh territorij*, 2011, no. 4, pp. 35–41.

2. Dorokhov I.N., Smirnov V.N. Avtomatizirovannaya sistema ekologicheskogo monitoringa promyshlennogo rajona [Automated environmental monitoring system for an industrial area]. *Programmye produkty i sistemy*, 1998, no. 1, available at: http://swsys.ru/print/article_print.php?id=975 (accessed 22 January 2015).

3. Doroshev S.A., Plotnikova R.N. Novyj podkhod v otsenke ekologicheskogo ushcherba atmosfernomu vozdukhу ot peredvizhnykh istochnikov zagryazneniya [A new approach to the assessment of environmental damage for atmospheric air from mobile pollution sources]. *Finansy. Ekonomika. Strategiya*, 2008, no. 12, pp. 17–21.

4. Koltypin S.I., Petrulovich A.A. Avtomatizirovannye sistemy ekologicheskogo monitoringa: integrirovannyj podkhod [Automated environmental monitoring systems: an integrated approach]. *Sovremennye tekhnologii avtomatizatsii*, 1997, no. 1, pp. 26–31.

5. Priputina I.V., Bashkin V.N. Ekologicheskie riski v svyazi s tekhnogennym zagryazneniem okruzhayushchej sredy: analiz podkhodov i metodov otsenki [Environmental risks due to man-made pollution: analysis of the approaches and methods of assessment]. *Problemy analiza riska*, 2012, no. 5, vol. 9, pp. 12–25.

6. Korol I.L., Shneerov B.E. Glavnaya geofizicheskaya observatoriya: vekhi stanovleniya meteorologii v Rossii [The main geophysical observatory: milestones in the development of Russian meteorology]. *Priroda*, 2004, no. 3, pp. 27–33.

7. Borovlev A. Je. et al. Reshenie prakticheskikh zadach normirovaniya vybrosov vzveshennykh chastits v atmosferyj vozdukh goroda Belgoroda s ispolzovaniem dannykh lidarnykh

izmerenij [Solving practical tasks on norm setting for emission of suspended particles to the atmosphere over city Belgorod by using lidar measurement data]. *Ekologicheskie sistemy i pribory*, 2013, no. 6, pp. 16–21.

8. Sergienko L.I., Sergeev A.N. Problema zashchity atmosfernogo vozdukha ot zagryazneniya promyshlennostyu i avtomobilnym transportom, puti ee resheniya v g. Volzhskom Volgogradskoj oblasti [The problem of protection of atmospheric air from industry and road transport pollutions, ways to solve it in Volzhskij city of Volgograd region]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2003, no. 8, pp. 133–136.

9. Ryabchenko O.I., Zachinyaev Ya.V. Okhrana i monitoring atmosfernogo vozdukha – prioritetye napravleniya servisa ekosistem Sankt-Peterburga i Leningradskoj oblasti [Air protection and monitoring – ecosystem service priorities in St. Petersburg and Leningrad region]. *Tekhniko-ekonomicheskie problemy servisa*, 2014, no. 2 (28), pp. 34–40.

10. Yakovenko N.V., Markov D.S. Kachestvo atmosfernogo vozdukha kak sostavlyayushchaya kachestva sredy obitaniya Ivanovskoj oblasti [Air quality as a component of Ivanovo region habitat quality]. *Sovremennye issledovaniya sotsialnykh problem*, 2012, no. 11(19), available at: <http://sisp.nkras.ru/e-ru/issues/2012/11/markov.pdf> (accessed 9 February 2015).

11. Safarov A.M. et al. Obespechenie ekologicheskogo monitoringa kachestva vozduhnogo bassejna respubliki Bashkortostan [Ensuring quality of environmental monitoring of Bashkortostan Republic air basin]. *Neftegazovoe delo: elektronnyj nauchnyj zhurnal*, 2013, no. 4, available at: http://ogbus.ru/authors/SafarovAM/SafarovAM_4.pdf (accessed 2 February 2015).

12. Shklyayev V.A., Shklyayeva L.S. Otsenka kachestva seti nablyudenij za zagryazneniem atmosfernogo vozdukha v g. Permi i vozmozhnosti ee sovershenstvovaniya [Quality evaluation of air pollution monitoring system in Perm and possibilities of its improvement]. *Geograficheskij vestnik*, 2008, no. 2, pp. 196–205.

13. Gagloeva A.E. Sovershenstvovanie raschetnogo metoda kontrolya vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosfernyj vozdukh s otkrytykh poverkhnostej ispareniya [Improving calcula-

tion method for monitoring emissions of pollutants from open evaporation surfaces into the air]. Abstract of a thesis of the candidate of technical sciences. Omsk, 2011. 19 p.

14. Shtripling L.O., Gagloeva A.E. Raschetnyj metod kontrolya vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosfornyj vozdukh s otkrytykh poverkhnostej ispareniya [Calculation method for control of emissions of pollutants into the air from open evaporation surfaces]. Omsk, 2014. 96 p.

15. Kabashov V.Ju., Bagautdinov A.M. Vliyanie na atmosfornyj vozdukh istochnikov zagryazneniya antropogennogo proiskhozhdeniya [Impact of pollution sources of anthropogenic origin on air]. *Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy formirovaniya i realizatsii potentsiala lichnosti v sovremennoj Rossii»*. Ufa, 2010, pp. 30–32.

Получено 1.02.2015

A. Tsybina, M. Dyakov, Ya. Vaisman

EXPERIENCE IN DEVELOPING MODERN AUTOMATED AIR MONITORING SYSTEMS IN TERRITORIES OF INDUSTRIALIZED CITIES OF RUSSIA

The problem of modernization of air monitoring systems in urban areas with high levels of contamination is considered in this paper. Traditional urban air monitoring systems do not allow for the rapid collection, processing, transfer and use of observational data for tasks of controlling and regulating air pollution levels. In this paper regulatory requirements governing the procedure of organization of environmental monitoring systems in Russia have been analyzed. Successful domestic examples of development of automated systems for air quality monitoring in the cities of St. Petersburg and Yekaterinburg have been considered, the main benefits of reviewed projects are identified. On the basis of work on creation of a parallel system of automatic monitoring in Berezniki, Perm region, an algorithm for the development of automated air monitoring system is proposed.

Keywords: air monitoring, environmental monitoring, surveillance, monitoring, pollution, pollutant monitoring stations, observational methods, representative data.

Цыбина Анна Валерьевна (Пермь, Россия) – старший преподаватель кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: anna@eco.pstu.ac.ru).

Дьяков Максим Сергеевич (Пермь, Россия) – канд. техн. наук, доцент кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: dyakov-m@live.ru).

Вайсман Яков Иосифович (Пермь, Россия) – д-р мед. наук, профессор кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: eco@pstu.ru).

Tsybina Anna (Perm, Russian Federation) – Senior Lecturer of Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: anna@eco.pstu.ac.ru).

Dyakov Maksim (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: dyakov-m@live.ru).

Vaisman Yakov (Perm, Russian Federation) – Doctor of Medical Sciences, Professor of Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: eco@pstu.ru).