

УДК 504 (470-25)

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МОСКВЫ)

С.С. Воронич

ГПБУ «Мосэкомониторинг», г. Москва

В публикации рассмотрена комплексная оценка экологического состояния урбанизированных территорий, которая, по мнению автора, включает системы постоянных наблюдений за состоянием воздуха, воды и почвы в городах, принципиальные возможности которых продемонстрированы на примере ЕСЭМ г. Москвы. В статье достаточно подробно рассмотрены вопросы, связанные с историей создания системы, ее проблемы и структура, аппаратно-методическое обеспечение лабораторных исследований, автоматизированных станций контроля и мобильных лабораторий.

Ключевые слова: комплексная оценка, урбанизированные территории, экологический мониторинг, автоматизированная станция контроля, мобильная лаборатория, стационарная аналитическая лаборатория.

Комплексная оценка экологического состояния урбанизированных территорий (КОЭСУТ) – это показатель, определённый в условных и абсолютных единицах и основанный на системе постоянных прямых (косвенных) наблюдений за состоянием воздуха, воды, почвы и т.д. путем измерения соответствующих параметров и характеристик с научно-обоснованными целями и программами, а также учитывающий оценки факторов воздействия и составляющих отклика (на это воздействие) биоты [1, 2].

Как следует из определения, в основе КОЭСУТ лежит единая система экологического мониторинга (ЕСЭМ), принципиальные возможности которой можно рассмотреть на примере ЕСЭМ г. Москвы.

ЕСЭМ г. Москвы начала создаваться в 90-е годы XX века после принятия трех Постановлений Правительства Москвы (от 28.01.92 № 38 «О мерах по созда-

THE COMPLEX ESTIMATION OF AN ECOLOGICAL CONDITION OF THE URBANISED TERRITORIES ON AN EXAMPLE OF MOSCOW IS CONSIDERED

S.S. VORONICH

The summary. In the publication the complex estimation of an ecological condition of the urbanized territories which, according to the author, includes systems of constant supervision over a condition of air, waters and soils in the cities which basic possibilities are shown on an example of uniform system of ecological monitoring of Moscow is considered. In article the questions connected with history of creation of system, its problem and structure, hardware-methodical maintenance of the laboratory researches, the automated stations of the control and mobile laboratories are in detail enough considered.

KEYWORDS: the complex estimation, the urbanized territories, the ecological monitoring, the automated station of the control, mobile laboratory, stationary analytical laboratory.

нию системы экомониторинга г. Москвы»; от 23.05.95 № 436 «О ходе работ по созданию автоматизированной системы экомониторинга» и от 22.02.2000 № 144 «Об организации единой системы экологического мониторинга города Москвы»), предусматривающих строительство 31-ой станции контроля загрязнений атмосферного воздуха и 6-ти станций контроля поверхностных вод.

20 ноября 2004 года был подписан Закон города Москвы № 65 «Об экологическом мониторинге в городе Москве», в котором были определены цели и принципы осуществления экологического мониторинга, а также установлены объекты (подсистемы ЕСЭМ), за состоянием которых необходимо проводить наблюдения. К ним были отнесены атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, шум, электромагнитное воздействие, почвы, зеленые насажде-

ния, радиационная обстановка, а также выбросы промышленных предприятий.

На сегодняшний день Единая система экологического мониторинга строится как трехуровневая [3]. Первый уровень системы составляют организации, осуществляющие специализированный экологический мониторинг. Среди них имеются предприятия как регионального (ГПБУ «Мосэкомониторинг», ГУП МосНПО «Радон» и др.), так и федерального подчинения (ФГБУ «Московский ЦГМС-Р»; ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора и др.).

Второй уровень системы – это Информационно-аналитический центр, куда «стекается» вся информация от специализированных подсистем ЕСЭМ. Функции этого центра в соответствии с Постановлением Правительства Москвы от 27.03.2001 № 284 «О создании государственного природоохранного учреждения Мосэкомониторинг» выполняет Государственное природоохранное бюджетное учреждение «Мосэкомониторинг» (учредитель – Департамент природопользования и охраны окружающей среды Москвы), в чьи задачи, в частности, входит:

- комплексное обобщение и анализ получаемых данных, а также информирование населения о состоянии объектов окружающей природной среды;
- выработка практических рекомендаций и мер краткосрочного и долгосрочного характера по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду.

Третий уровень системы – это государственные органы, в чьей компетенции находится принятие решений на основе разработанных рекомендаций и программ по улучшению качества объектов окружающей природной среды: Министерство природных ресурсов РФ, Министерство чрезвычайных ситуаций РФ, Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы и др.

Далее более подробно остановимся на наиболее развитых подсистемах ЕСЭМ города Москвы.

ПОДСИСТЕМА МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

Основу этой подсистемы составляют автоматизированные станции контроля (АСК) загрязнений атмосферы (ЗА) и промышленных выбросов (ПВ), представляющие из себя специально оборудованные павильоны, расположенные в определенной функциональной зоне города (на предприятии), в которых размещено аналитическое оборудование, предназначенное для непрерывного измерения в атмосферном воздухе (промышленных выбросах) концентраций различных загрязняющих веществ и дополнительных параметров (давления, температуры и влажности воздуха, скорости и направления ветра, объемного расхода отходящих газов и т.д.).

В настоящее время в городе функционируют сети АСК атмосферных загрязнений (ЗА) и промышленных выбросов (ПВ), принадлежащие ГПБУ «Мосэкомониторинг» [4, 5].

Тридцать пять АСКЗА круглосуточно, в режиме реального времени, измеряют и передают в Единый городской фонд данных экологического мониторинга (ЕГФДЭМ) концентрации 22-х загрязняющих веществ:

- со всей территории города – оксида углерода (СО), диоксида азота (NO₂), оксида азота (NO), суммы углеводородных соединений (СН_x), озона (O₃), взвешенных веществ с размерами менее 10 мкм (PM₁₀) и диоксида серы (SO₂);
- с территорий вблизи специфических антропогенных источников (например, вблизи ОАО «Газпромнефть – Московский НПЗ» или Курьяновских очистных сооружений МГУП «Мосводоканал») – специфических веществ, такие как сероводород (H₂S), аммиак (NH₃) и др.;
- с территорий вблизи Третьего транспортного кольца (ТТК) – 16 загрязняющих веществ, в том числе формальдегида, фенола, бензола, толуола, стирола, этилбензола.

АСКЗА расположены во всех административных округах столицы (рис. 1), на разном удалении от центра и охватывают различные функциональные зоны города:

- вблизи автотрасс находятся десять станций, из которых семь – на ТТК;
- на жилых территориях – восемнадцать, из них девять – в зоне непосредственного влияния промышленных предприятий (ОАО «Газпромнефть – Московский НПЗ», Люберецкие очистные сооружения МГУП «Мосводоканал», Спецзаводы № 2 и № 4 ГУП «Экотехпром», ТЭЦ-26, ТЭЦ-21 и др.);
- на природных территориях – две АСКЗА.

Также в сеть АСКЗА входят трехуровневая станция на Останкинской телебашне в Москве, и один пост за пределами города, который предназначен для контроля трансграничного переноса атмосферных загрязнений.

Сеть АСК промышленных выбросов состоит из 1207 станций контроля, которые также не реже одного раза в 20 минут направляют сведения о концентрации загрязняющих веществ и мощности их выброса на сервер ЕГФДЭМ:

- азота оксидов и углерода монооксида – с 42-х районных и квартальных теплостанций ОАО «МОЭК», с 11-ти ТЭЦ ОАО «Мосэнерго»,
- азота оксидов, углерода монооксида, серы диоксида, гидрохлорида, пыли – с 3-х мусоросжигательных заводов;
- пыли табачной – с 2-х табачных фабрик (рис. 2) [4, 5].

Помимо сетей АСКЗА и АСКПВ ГПБУ «Мосэкомониторинг» в Москве существуют:

- сеть из 16 постов наблюдения за состоянием атмосферного воздуха ФГБУ «Московский ЦГМС-Р» (рис. 3). В [6, 7] приведен список адресов мест их расположения и контролируемые показатели.

Система радиоэкологического мониторинга (рис. 4) из 6 стационарных постов контроля воздушного бассейна и сети автоматических измерителей радиационного фона (ИРФ), состоящей из 50 точек наблюдения ГУП МосНПО «Радон» [8].

Однако в заключении приходится все же констатировать, что существующая в Москве инструментальная сеть автоматизированных станций наблюдений не отвечает современным требованиям оперативного контроля и не позволяет оценить уровень и характер загрязнения атмосферного воздуха в произвольной городской точке (например, в жилых кварталах или вблизи санитарно-защитных зон предприятий) по следующим причинам:

- из-за неоднородности условий распространения загрязнений ввиду особенностей жилой застройки и сравнительно небольших масштабов самих территорий;
- из-за минимального количества как самих АСК, подверженных влиянию того или иного природного или промышленного объекта, так и контролируемых ими показателей.

Об этом, в частности, свидетельствуют многочисленные жалобы населения из различных районов столицы, характер которых практически везде один и тот же: высокий уровень загрязнения воздуха и шума, свалки мусора, бытовых отходов и т.д. [3].

Поэтому для своевременного реагирования на поступающие сигналы жителей о несанкционированных промышленных выбросах с близлежащих предприятий в системе мониторинга атмосферных загрязнений

г. Москвы применяются мобильные экологические лаборатории (МЭЛ) – мобильные измерительные комплексы, размещенные на какой-либо передвижной платформе (автомобиле, судне, железнодорожной платформе, летательном аппарате), позволяющие получать информацию о состоянии и динамике природных процессов и явлений в режиме реального времени по данным прямых измерений тех или иных параметров и характеристик.

На сегодняшний день в г. Москве в подсистеме мониторинга атмосферных загрязнений и промышленных выбросов используются три МЭЛ ГПБУ «Мосэкомониторинг». Это передвижная экологическая лаборатория фирмы «Кета» (Нидерланды) для контроля промышленных выбросов (рис. 5), передвижная станция контроля загрязнений атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны ПСКЗА на базе автомобиля «Газель» фирмы ОАО «Прима-М» (рис. 6) и передвижная экологическая лаборатория (ПЭЛ) ЗАО «НТЦ «Экспертцентр» (рис. 7). Подробно описание вышеперечисленных МЭЛ представлено в [9, 10].

Однако в самом общем случае вещества, поступающие в объекты природной среды в результате естественных процессов и антропогенной деятельности человека в виде газов, паров, аэрозолей, жидких и твердых промышленных и бытовых отходов, представляют собой сложную смесь различных органических и неорганических загрязнителей, характеризующихся крайне неоднородным химическим составом. Вследствие этого возможностей автоматизированных станций и мобильных экологических лабораторий, чаще всего, бывает недостаточно, поскольку контроль подобной многокомпонентной смеси порой носит характер комплексного научного исследования и является результатом сложных, многофакторных экспериментов с использованием уникальной кон-



РИС. 1.
Схема расположения АСКЗА (ГПБУ «Мосэкомониторинг»)



РИС. 2.
Схема расположения предприятий, на которых созданы АСКПВ (ГПБУ «Мосэкомониторинг»)



РИС. 3.
Схема расположения сети постов наблюдений за состоянием атмосферного воздуха ФГБУ «Московский ЦГМС-Р»



РИС. 4.
Система радиоэкологического мониторинга ГУП МосНПО «Радон»



Рис. 5.
Передвижная экологическая лаборатория «Кета» (Нидерланды)



Рис. 6.
Передвижная станция контроля загрязнений атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны ПСКЗА на базе автомобиля «Газель» фирмы ОАО «Прима-М



Рис. 7.
Лаборатория экологическая передвижная ЗАО «НТЦ «Экспертцентр»

трольно-измерительной аппаратуры и оборудования, размещение которого в подвижном корпусе или в ограниченном пространстве бывает невозможно.

Вот именно поэтому в организационном плане особая роль в подсистеме мониторинга атмосферных загрязнений и промышленных выбросов (да и в других подсистемах) отводится специализированной стационарной лаборатории, функции которой с 2012 года выполняет «Аналитическая инспекция» ГПУ «Мосэкомониторинг».

Стационарная аналитическая лаборатория (САЛ) контроля атмосферных загрязнений – это совокупность специально оборудованных помещений, приспособленных для исследований отобранных проб воздуха, воды, почвы и т.д. различными аналитическими методами с целью количественного определения в них концентраций специфических загрязняющих веществ.

Все применяемые в САЛ аналитические методы исследований подразделяются на [1, 11] химические, физические и физико-химические (инструментальные). Общие основы и принципиальные возможности некоторых широко распространенных и достаточно эффективных физико-химических методов, современный уровень и последние достижения которых продемонстрированы многочисленными примерами их практического применения для исследований уровня загрязнения воздуха, воды и почвы в лаборатории «Аналитическая инспекция», рассмотрены в [12].

ПОДСИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В связи с принятием новой редакции Водного кодекса Российской Федерации у субъектов РФ отсутствуют полномочия в части осуществления государственного мониторинга водных объектов. Однако в ГПБУ «Мосэкомониторинг» создана и регулярно

актуализируется база данных о качестве водных объектов по результатам лабораторных исследований проб воды в контрольных створах (рис. 8), утвержденных Постановлением Правительства Москвы от 24.11.1998 г. № 911 «О совершенствовании механизма управления и контроля за состоянием реки Москвы и ее притоков», створах МГУП «Мосводоканал» и ГУП «Мосводосток», а также в дополнительных створах, контролируемых Департаментом природопользования и охраны окружающей среды Москвы (ДПиООС).

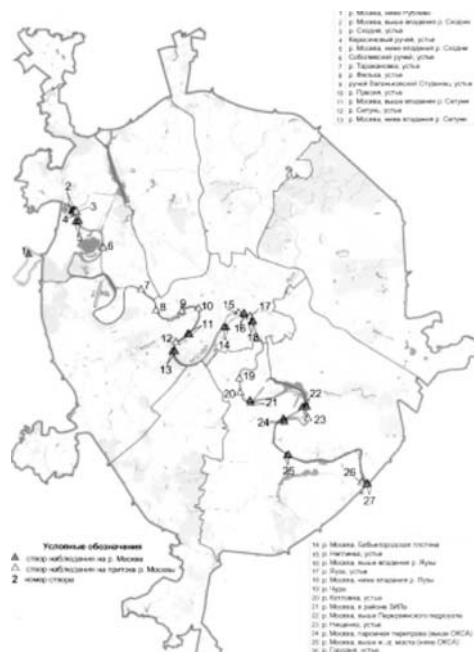


Рис. 8.
Схема расположения контрольных створов

Аналитический контроль в данных створах проводится не реже 1 раза в квартал по 29 показателям: рН, прозрачность, растворенный кислород, взвешенные вещества, БПК₅, ХПК, сухой остаток, хлориды, сульфаты, фосфаты, ионы аммония, нитриты, нитраты, железо общее, марганец, медь, цинк, хром общий, никель, свинец, кобальт, алюминий, кадмий, нефтепродукты, фенолы, формальдегид, ПАВ анионоактивные, сероводород.

В дополнение к вышеперечисленным створам ДПиООС периодически проводит:

- серийный отбор проб воды основных притоков реки Москвы – Яузы, Сетуни, Сходни, последовательно по контрольным створам от входа в город до выхода из города;
- в навигационный период – контроль реки Москвы осуществляется с использованием теплохода «Экопатруль» (рис. 9), оборудованного автоматизированным аналитическим комплексом, проводящим исследования по пяти химическим (нитриты, аммоний, фосфаты, хлориды, марганец) и по шести химико-физическим показателям (удельная электропроводность, температура, содержание растворенного кислорода, окислительно-восстановительный потенциал, рН и минерализация).

Кроме того, на выходе Москвы-реки из города функционирует автоматическая станция контроля загрязнения поверхностных вод (АСКЗВ), производящая измерения 10 параметров, в т.ч. концентраций биогенных элементов (иона аммония, нитритов, фосфатов), с передачей данных режиме реального времени на сервер ГПБУ «Мосэкомониторинг» [4, 5].

ПОДСИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПОЧВ

До 2004 года в Москве отсутствовала комплексная подсистема мониторинга почв. Специальные виды наблюдений проводились в рамках санитарно-гигиенических и разномасштабных экологических исследований по многочисленным перечням показателей в различных функциональных зонах города следующими организациями: ТУ Роспотребнадзора по городу Москве и Департаментом жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства города Москвы, а также МГУ им. М.В. Ломоносова (почвенным факультетом), Почвенным институтом им. Докучаева, ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского», Институтом минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов, Московской опытно-методической геохимической экспедицией.

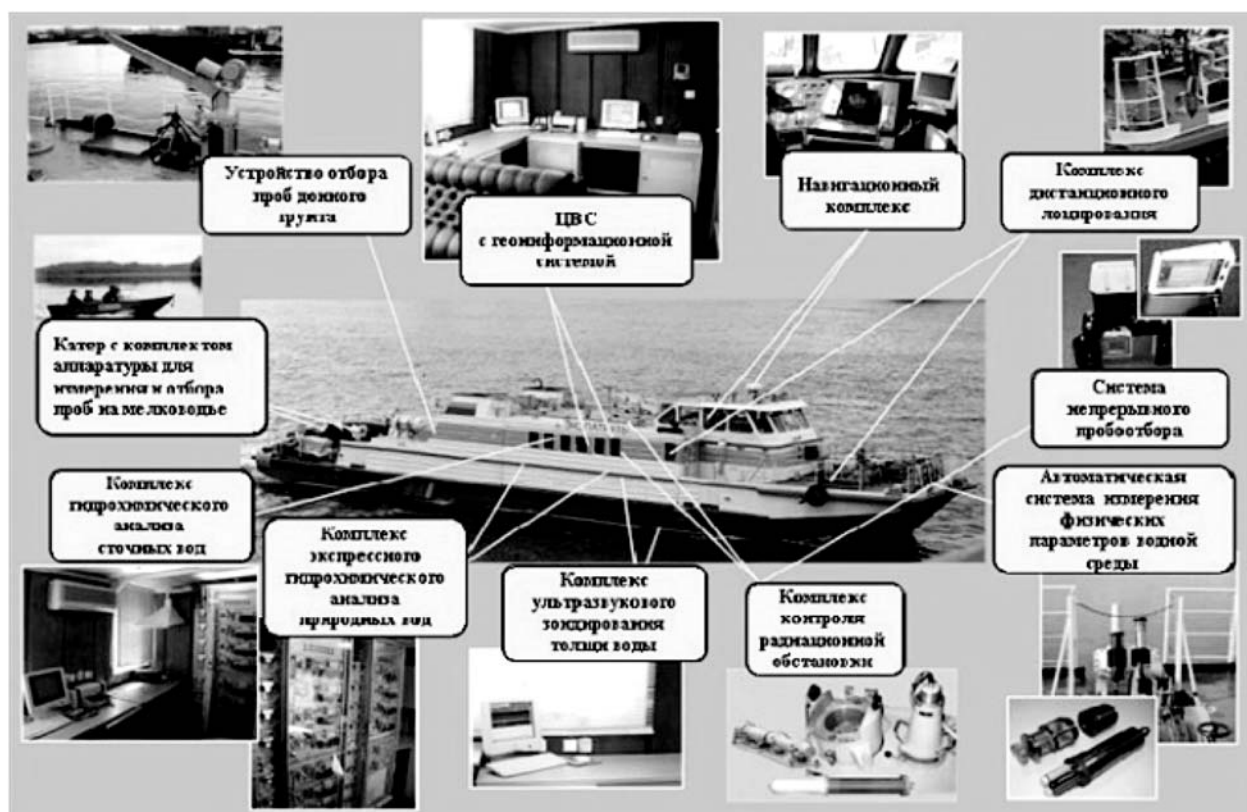


РИС. 9.

Теплоход «Экопатруль» ДПиООС

С выходом постановления Правительства Москвы от 27 июля 2004 г. № 514-ПП «О повышении качества почвогрунтов в городе Москве» возникла необходимость организации подсистемы экологического мониторинга почв и почвогрунтов, основными задачами которого являлись бы:

- своевременное выявление изменения качества почв для оценки, предупреждения и устранения негативных процессов, отрицательно влияющих на состояние почв;
- выявление постоянно действующих источников загрязнения, оказывающих негативное воздействие на почвы;
- оценка влияния качества почв на состояние зеленых насаждений, а также на здоровье населения;
- выявление негативных последствий воздействия на почвы противогололедных реагентов;
- получение достоверных данных для разработки обоснованных программ оздоровления почв или для расчета ущерба от загрязнения почв.

Решение этих задач требовало детальной информации о состоянии почвенного покрова и применяемых почвогрунтах, в т.ч. данных о степени захламленности, деградированности почв, снижении их агрохимических свойств, распространении загрязнения в глубокие горизонты и т.д.

Поэтому в 2004 г. на территории города было заложено 248 пунктов постоянного наблюдения, располагающихся в жилых, производственных, сельскохозяйственных и рекреационных зонах (природные и особо охраняемые природные территории, земли с лесной растительностью и др.), а также в зонах инженерных и транспортных инфраструктур, где с периодичностью 1 раз в год проводился анализ проб почв по следующим показателям: содержание гумуса, свинца, цинка, меди, никеля, кадмия, марганца, ртути и мышьяка (валовые и подвижные формы), нефтепродуктов, 3,4-бенз(а)пирен, рН жидкой фазы почвы; содержание макроэлементов питания (N, P, K), сумма поглощенных оснований по Каппену-Гильковцу, состав обменных катионов, электропроводность почвенного раствора, дСм/м (плотный остаток, %).

На сегодняшний день подсистема мониторинга городских почв включает в себя 1333 пункта наблюдения, в 200–400-х из которых (рис. 10) ежегодно осуществляются обследования по 18 показателям: запечатанность почвенного покрова, озелененность и захламленность поверхности почв, содержание тяжелых металлов (медь, цинк, ртуть, никель, кадмий, свинец, мышьяк), бенз(а)пирена, нефтепродуктов, макроэлементов питания (фосфор, калий), нитратов, общее содержание солей.

В заключении отметим, что единая государственная система экологического мониторинга Москвы включает в себя также подсистемы наблюдений за зелеными насаждениями, подземными водами и ополз-



РИС. 10.

Схема расположения пунктов наблюдения подсистемы мониторинга городских почв в 2008 г.

невыми процессами, подробное описание которых представлено в [4, 5].

Несмотря на вышесказанное, приходится все же констатировать, что в настоящее время в городах России, в т.ч. и Москве, единые системы мониторинга, а, следовательно, и КОЭСУТ не соответствуют современному уровню аппаратно-методического и информационно-аналитического обеспечения экологической безопасности на урбанизированных территориях и требуют пересмотра принципов их построения и схем функционирования. В частности, системы мониторинга атмосферных загрязнений должны быть ориентированы, прежде всего, на получение оперативной информации об опасных уровнях загрязнения воздушной среды на всей территории города. В этой связи нуждается в модернизации и дальнейшем развитии инструментальная база контроля, которая должна все шире использовать экспрессные методы и мобильные средства, включая аппаратуру дистанционного зондирования загрязнений.

Требуют корректировки и уточнения перечни загрязняющих веществ, подлежащих обязательному контролю в атмосферном воздухе городских территорий и в выбросах промышленных предприятий. Что же касается подсистемы контроля промышленных выбросов, следует особо подчеркнуть, что первоочередной задачей является внедрение средств оперативного контроля загрязнений непосредственно на источниках их эмиссии – дымовых (выбросных) трубах, причем данные о выбросах должны поступать в информационно-аналитический центр городской системы

мониторинга наряду с данными измерений наземной сети постов наблюдения. Такие специализированные приборы и оборудование широко используются в системах оперативного контроля промышленных выбросов в большинстве городов европейских стран, США, Японии [1, 11].

Кроме того, например, система мониторинга г. Москвы испытывает некоторые трудности:

1) ГПБУ «Мосэкомониторинг», занимающееся развитием системы, не имеет статуса уполномоченного государственного органа: им на сегодняшний день является Росгидромет, в чью компетенцию входят все вопросы организации сети измерений, обработки данных, применения расчетных методик и т.д.,

2) отсутствие единой информационной базы систем мониторинга Московского региона не позволяет оценить вклад выбросов предприятий области в общий уровень загрязнения воздуха в Москве.

Все эти проблемы ждут своего скорейшего решения в ближайшее время.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Разяпов, А.З.** Методы контроля и системы мониторинга загрязнений окружающей среды. М.: Изд. Дом МИСиС, 2011. 220 с.
2. Временные методические указания по проведению комплексной экологической оценки состояния атмосферного воздуха большого города. Вв. письмом ДГЭК Минприроды РФ от 25.12.1995 № 11-02/02-594.
3. **Воронич С.С.** Оперативный контроль атмосферных загрязнений локальных территорий г. Москвы: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук: 03.00.16. М., 2006. 23 с.
4. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2010 году / Под общ. ред. А.О. Кульбачевского. М.: [б.и.], 2011. 135 с.
5. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2011 году / Под общ. ред. А.О. Кульбачевского. М.: Спецкнига, 2012. 150 с.
6. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2011 год. / Под ред. Э.Ю. Безуглой. СПб.: Д`АРТ, 2012. 216 с.
7. Карта сети наблюдений за загрязнением атмосферы г. Москвы / Электр. рес. <http://ecomos.ru/kadr22/postyMoskwy.asp>
8. Радиационно-экологический мониторинг объектов окружающей среды / Электр. рес. – http://www.radon.ru/line_activity/monitoring/ecological_monitoring/ 60.
9. **Воронич С.С., Разяпов А.З.** Мобильные лаборатории контроля атмосферных загрязнений и промышленных выбросов. Экология и промышленность России. М.: ЗАО «Калвис», 2009, июнь
10. **Воронич С.С., Беляев В.Н., Разяпов А.З.** Возможности мобильных лабораторий контроля загряз-

нений локальных территорий и объектов городской среды. Рефераты докладов II Международного форума «Аналитика и Аналитики: в 2 т. / Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж: ВГТА, 2008. Т. 2. 408 с.

11. **Разяпов А.З.** Современные методы и средства контроля загрязнений природной среды. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Обзорная информация. Вып. №7. М.: ВИНТИ, 2011. 107 с.
12. Современные методы анализа и оборудование в санитарно-гигиенических исследованиях / под ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Шестопалова. М.: ФГУП «Интерсэн», 1999. 496 с.

Воронич Сергей Сергеевич,
к.т.н., ГПБУ «Мосэкомониторинг», Начальник отдела по анализу воздуха Аналитической инспекции

☎ 121019, г. Москва, Дальний пер., д. 2/1,
тел.: +7 (495) 952-72-88, e-mail: v80@mail.ru