

УДК 551.510.42

## РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ ГОРОДА БЕЛГОРОДА

**Боровлев А.Э., Лисецкий Ф.Н., Чепелев О.А.**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
Белгород, e-mail: liset@bsu.edu.ru*

Представлены результаты разработки системы управления качеством атмосферного воздуха для города Белгорода на основе специализированной геоинформационной аналитической системы (ГИАС). Показан опыт практической реализации ГИАС с использованием ГИС-технологий, данных мониторинга атмосферного воздуха, а также результатов лидарных измерений. Предложен алгоритм оценки загрязненности атмосферного воздуха урбоэкологической системой мелкодисперсными взвешенными частицами (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) путем ГИС-анализа результатов расчетов суммарной приземной концентрации пыли (TSP) и инструментальных измерений TSP, PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub>. ГИАС обеспечивает через сеть интернет получение доступа к информации о нормативах выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и данных инструментального контроля состояния воздушного бассейна урбоэкологической системы, проведение сопряженного анализа имеющихся сведений в динамике и отслеживание изменений пространственной картины загрязнения атмосферного воздуха.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, экологический мониторинг, промышленные выбросы, источник загрязнения атмосферы, загрязняющие вещества, мелкодисперсные частицы, лидарные измерения

## DEVELOPMENT OF THE CONTROL SYSTEM BY QUALITY OF ATMOSPHERIC AIR FOR THE CITY OF BELGOROD

**Borovlev A.E., Lisetskii F.N., Chepelev O.A.**

*Belgorod State National Research University, Belgorod, e-mail: liset@bsu.edu.ru*

Results of development of the system of quality management of atmospheric air for the city of Belgorod on the basis of specialized geoinformation analytical system (GIAS) are presented in article. Experience of practical realization of GIAS with use of GIS-technologies, data of monitoring of atmospheric air, and also results of lidar measurements was shown. The algorithm of an assessment of impurity of atmospheric of the urbo-ecological system by the GIS-analysis of results of calculations of total ground concentration of a dust (TSP) and tool measurements of TSP, RM<sub>10</sub> and RM<sub>2,5</sub> was offered by the small disperse weighed particles (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>). GIAS provides through the Internet receiving access to information on standards of emissions of polluting substances in the atmosphere and data of tool control of a condition of the air pool of the urbo-ecological system, carrying out the interfaced analysis of available data in dynamics and tracking of changes of a spatial picture of pollution of atmospheric air.

**Keywords:** geoinformation systems, environmental monitoring, industrial emissions, source of pollution the atmospheres polluting substances, small disperse particles, lidarny measurements

В настоящее время в ряде городов России внедрена система управления качеством атмосферного воздуха на основе сводных расчетов загрязнения атмосферы выбросами промышленности и автотранспорта. Причем сводные расчеты используются для определения нормативных значений характеристик источников загрязнения атмосферы (ИЗА), а также в диагностике состояния качества атмосферного воздуха, соответствующего тем или иным реальным параметрам выбросов загрязняющих веществ (ЗВ). Естественным развитием сводных расчетов, проводимых с указанными диагностическими целями, является создание систем расчетного мониторинга [8]. Для обеспечения сводных расчетов применяются программные комплексы, разработанные на основе нормативной методики ОНД-86 [9]. Исходная информация о выбросах промышленности и автотранспорта заносится в компьютерный банк данных. В настоящее время весьма эффективно функционирует в оперативном режиме компьютерный банк данных о выбросах промышленности и ав-

тотранспорта Санкт-Петербурга (в НИИ «Атмосфера» и администрации города) [7].

Для города Белгорода (площадь 15,31 тыс. га, численность населения 367,3 тыс. человек) проведение расчетного мониторинга загрязнения атмосферы является актуальной проблемой ввиду недостатка информации, получаемой при экспериментальном мониторинге. Так, мониторинг состояния загрязнения атмосферы в Белгороде осуществляется на четырех стационарных постах наблюдения (ПНЗ) специализированной лабораторией Росгидромета. Мониторинг предусматривает дискретные (три раза в сутки) измерения по одиннадцати загрязняющим веществам (ЗВ): взвешенные вещества (пыль), диоксид серы, оксид углерода, диоксид и оксид азота, фенол, аммиак, формальдегид, хлористый водород, бенз(а)пирен и серная кислота.

Фоновые концентрации пыли, определяемые массовым методом на стационарных постах Гидромета, характеризуют сумму взвешенных веществ, обозначаемую как TSP (total suspended particulate), т.е. включа-

ет все находящиеся в воздухе частицы. Для такой суммарной концентрации пыли гигиенический критерий качества атмосферного воздуха отсутствует. Анализ пыли на содержание в ней вредных примесей, а также взвешенных частиц размерами менее 2,5 мкм (PM<sub>2,5</sub>) и менее 10 мкм (PM<sub>10</sub>), для которых установлены соответствующие ПДК [5], не проводится.

ПНЗ расположены неравномерно по территории города: два – в центре, третий – в южной части города, четвертый – в восточном промышленном районе. Таким образом, информация, получаемая на ПНЗ, обладает определенной ограниченностью как по территориальному охвату всей урбоэкосистемы, так и по спектру контролируемых ЗВ.

В 2007 г. учеными НИУ «БелГУ» проведено нормирование выбросов загрязняющих веществ для города Белгорода на основе сводных расчетов загрязнения атмосферы выбросами промышленности и автотранспорта. Для этого была создана компьютерная база данных выбросов в атмосферу 127 ЗВ по 54 промышленным предприятиям (1665 ИЗА) и автотранспорту (автомагистрали с высокой транспортной нагрузкой – 37 улиц и 5 проспектов), связанная с электронной картой города и программой расчета загрязнения атмосферы на основе ОНД-86 «Эколог» (версия 3) [2].

По результатам сводных расчетов загрязнения атмосферы выбросами промышленности и автотранспорта установлено, что основной вклад в общее загрязнение атмосферы города вносит автотранспорт. На территории города превышения ПДК, обусловленные выбросами автотранспорта, наблюдаются по бенз(а)пирену, бензину, диоксиду азота, оксиду азота, оксиду углерода, саже и формальдегиду. Вклад выбросов автотранспорта в загрязнение атмосферы составляет 92–99,7%. Для оздоровления воздушного бассейна города разработан комплекс мероприятий по снижению выбросов автотранспорта, включающий:

- внедрение новых методов на основе автоматизированных систем управления дорожным движением г. Белгорода;

- архитектурно-планировочные решения (создание шести двухуровневых развязок для основных автомагистралей города, возведение надземных пешеходных переходов);

- новые технологии эксплуатации автотранспорта (улучшение качества топлива путем применения присадок, использование катализаторов (нейтрализаторов)).

По результатам определения величин допустимых вкладов предприятий в загрязнение атмосферы рассчитанный объем снижения выбросов в атмосферный воздух

составил 1692,637 т/год, из них: азота диоксида – на 1584,494 т/год, пыли неорганической: SiO<sub>2</sub> 70–20% – на 106,018 т/год, пыли неорганической: SiO<sub>2</sub> более 70% – на 2,082 т/год. Основной объем снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу приходится на ЗАО «Белгородский цемент» (97,65%).

В последние пять лет происходит изменение параметров многих ИЗА, вносящих существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха города Белгорода. Это обусловлено следующими основными причинами:

- рост количества транспортных средств на автомагистралях города;

- ввод новых производственных мощностей, реконструкция и расширение действующих производств;

- совершенствование методического обеспечения по расчету выбросов ЗВ в атмосферный воздух для автотранспорта, цементного производства, станций аэрации сточных вод, металлургического производства [7];

- необходимость учета выбросов в атмосферный воздух мелкодисперсных частиц в связи с введением в действие новых гигиенических нормативов [5], где установлены ПДК для взвешенных частиц PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>.

Указанные изменения параметров ИЗА необходимо учитывать при проведении сводных расчетов приземных концентраций с последующим пересчетом квот вкладов ИЗА.

Таким образом, существует потребность в проведении дополнительных сводных расчетов загрязнения атмосферы Белгорода для нормирования выбросов, а также регулярных – для расчетного мониторинга.

В настоящее время при решении экологических проблем на муниципальном уровне этапы разработки предложений, их рассмотрения и согласования занимают довольно продолжительное время. Это обусловлено, в первую очередь, ведомственной разобщенностью служб, в ведении которых находятся вопросы мониторинга атмосферного воздуха и установления нормативов выбросов для промышленных предприятий, а также тем, что информация для указанных служб и муниципальных органов власти, за редким исключением, все еще предоставляется на бумажных носителях. В то же время современные геоинформационные системы (ГИС) позволяют интегрировать подобную информацию с целью повышения оперативности доступа к ней и улучшить информационное обеспечение процесса принятия управленческих решений.

Для обеспечения оперативности принятия решений по охране воздушного бассейна на основе результатов сводных расчетов предлагается их реализация в рамках системы управления качеством атмосферного воздуха города Белгорода, являющейся составной частью проекта муниципальной геоинформационно-аналитической системы ГИАС «Эко-город», разрабатываемой в НИУ «БелГУ» [4]. Идея ГИАС состоит в создании универсальной информационной платформы, способной интегрировать сведения экологического характера, проводить их статистический анализ, визуализировать в виде картограмм и графиков и распределять полученные результаты посредством специализированного Web-ГИС приложения.

Схема управления качеством атмосферного воздуха г. Белгород на основе ГИАС «Эко-город» состоит из 4-х основных элементов: банка данных, геопортала, аналитического и проектно-планировочного блоков.

Работа по проекту ГИАС «Эко-город» начата с создания банка данных и геопортала [1, 11]. В настоящее время ГИАС «Эко-город» включает следующие данные: сведения о разрешенных объемах выбросов для 58 промышленных предприятий, вносящих наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха г. Белгород, с детализацией до отдельного взятого источника (2705 ИЗА); картограммы Сводного тома предельно допустимых объемов выбросов промышленных предприятий в атмосферу (строятся по 127 приоритетным загрязняющим веществам); результаты регулярного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на сети ПНЗ Белгородской лаборатории Росгидромета (текущие значения и архив за 2010 г.); результаты мониторинга загрязнения воздушного бассейна, проводимого специалистами Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов НИУ «БелГУ» (ФРЦ НИУ «БелГУ») [6].

Указанные данные доступны пользователям системы в виде справочников и связаны с объектами электронной карты. Это обеспечивает возможность быстрого поиска необходимого объекта по атрибутивным и пространственным запросам. В системе имеется ряд вспомогательных справочников: контактные сведения руководителей и экологических служб промышленных предприятий, сведения об организациях-поставщиках мониторинговых данных, перечень загрязняющих веществ с указанием экологических нормативов, кодификатор погодных явлений.

База данных мониторинга атмосферного воздуха ГИАС [1] включает результаты исследований на территории города, выполненные с использованием измерительного комплекса и передвижной автоматизированной лаборатории Центра коллективного пользования научным оборудованием ФРЦ НИУ «БелГУ».

В состав измерительного комплекса входят: ультрафиолетовый трассовый газоанализатор ДООС-4Р, реализующий метод дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии; стационарный многоволновый лидар МВЛ-60 и его мобильный вариант МВЛ-60МОБ; профилемер высокого разрешения (МТП-5Р) для измерения температуры воздуха до высот 1000 м; оптический анализатор аэрозоля Dustrak 8520 для определения распределения взвешенных частиц в диапазоне 0,1–100 мкм.

Трассовый газоанализатор ДООС-4Р предназначен для контроля и измерения малых концентраций более 30 различных газов (азота диоксида и оксида, серы диоксида, озона, фенола, формальдегида, аммиака, толуола, бензола, сероуглерода и ряда других) на открытых двухпроходных трассах в атмосферном воздухе. С 2008 г. по настоящее время в ФРЦ НИУ «БелГУ» с помощью ДООС-4Р в реальном времени и с большой точностью накапливаются измерения концентраций для 31 ЗВ на трассе длиной 450 м, проходящей над газонами университета и участком автомагистрали Москва-Симферополь. Длительность одного измерения колеблется от нескольких десятков минут до двух суток. Синхронно с периодом измерений фиксируются метеорологические параметры. По результатам измерений содержание большинства газов не превышает ПДК, либо вообще не регистрируется. Исключение составляют фенол, формальдегид и сероуглерод, содержание которых в некоторых случаях превышает ПДК. Созданный массив данных измерений для различных атмосферных ситуаций позволяет оценить влияние выбросов автотранспорта и предприятий западной промышленной зоны на загрязнение атмосферного воздуха города Белгорода.

Аппаратура стационарного многоволнового лидара МВЛ-60 смонтирована в подкупольной зоне астропавильона ФРЦ НИУ «БелГУ». Мобильный многоволновый лидар МВЛ-60 базируется на экспериментальной площадке в ботаническом саду университета. Оба лидара позволяют с высокой точностью определять содержание взвешенных частиц в атмосфере, их размеры в пределах 0,4–10 мкм на рассто-

ниях по горизонтали до 10 км и на высотах 50–500 м.

С 2006 г. сотрудники ФРЦ НИУ «БелГУ» с помощью измерительного лидарного комплекса проводят мониторинг воздушного бассейна над западным промышленным районом Белгорода. Несомненное преимущество лидарного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами состоит в его способности обеспечить дистанционное измерение концентрации частиц и выявление их источников выбросов на территории города при времени измерения и обработки результатов менее 1 часа, обеспечивая тем самым получение необходимой информации с высокой оперативностью при значительном пространственном охвате.

Для постобработки результатов лидарного мониторинга загрязнения атмосферы города Белгорода взвешенными частицами используется специализированная программа [10]. Программа предназначена для пространственно-временного анализа распределения взвешенных частиц над территорией промышленной зоны. Средствами разработанного программного обеспечения осуществляется визуализация результатов лидарных измерений на высоте 50 м в виде растровой модели совместно с электронной векторной картой местности, детектирование границ аэрозольного облака, соответствующих заданному пороговому значению концентрации загрязняющих веществ, построение 3D модели шлейфа взвешенных частиц аэрозоля в атмосфере по серии горизонтальных контуров (срезов). По данным каждого сеанса лидарных измерений и результатам ситуационного моделирования могут быть построены картограммы с нанесенными на них мгновенными и усредненными зонами загрязнения взвешенными частицами, содержащимися в выбросах промышленных предприятий. Создан банк экологических картограмм западного промышленного района Белгорода для различных атмосферных ситуаций [3]. В целом по результатам анализа данных многолетнего лидарного мониторинга установлено, что при любом направлении ветра при скорости более 2 м/с наблюдаются следующие эффекты. Ширина аэрозольных шлейфов может меняться от 50 до 700 м с удалением от источника загрязнения. Частицы размером менее 2,5 микрона обнаруживаются на удалении более 3 км за пределами рассчитанных (300–500 м) санитарно-защитных зон предприятий западного промышленного района Белгорода.

Для комплексного представления об экологической ситуации в промышленном

центре важно оценить степень загрязнения атмосферы как в целом, так и влияние основных источников ее загрязнения, а также установить соответствие величины фактического выброса разрешенному.

В настоящее время в НИУ «БелГУ» начаты исследования, направленные на привлечение лидарных комплексов к решению задачи независимого контроля параметров выбросов мелкодисперсных взвешенных частиц в атмосферу конкретных предприятий. Для решения указанной задачи разработаны:

- ♦ программа для ЭВМ по определению дисперсного состава пылегазовых выбросов предприятий промышленного центра на основе представления результатов лидарных измерений взвешенных частиц PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>;

- ♦ алгоритм оценки загрязненности атмосферного воздуха промышленного центра мелкодисперсными взвешенными частицами по данным экспериментальных исследований и расчетов по методике ОНД-86 с пространственной привязкой результатов.

В основу разработанной программы для ЭВМ по определению дисперсного состава пыли, содержащейся в выбросах высоких источников, положен методический подход, основанный на сопоставлении результатов дистанционного лидарного контроля и математического моделирования распределения концентраций взвешенных частиц. Сравнивая расчетные и нормативные значения мощностей выбросов высоких источников, а также концентрации взвешенных частиц, полученных с помощью дистанционных методов контроля и математического моделирования, можно сделать вывод о соответствии величин фактических выбросов нормативным и оценить их вклад в загрязнение атмосферного воздуха.

Использование результатов лидарных измерений предусматривается на заключительном этапе оценки загрязненности атмосферного воздуха города Белгорода мелкодисперсными взвешенными частицами. Результаты исследования позволяют предложить алгоритм оценки загрязненности атмосферного воздуха урбоэкосистемы мелкодисперсными взвешенными частицами. Оценку загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными взвешенными частицами предлагается проводить на основе результатов восьми последовательных этапов (табл. 1).

Результаты анализа распределения источников по типам и высотам выбросов твердых ЗВ в атмосферу (табл. 2) показали, что 1,95% от общего количества стационар-

ных источников выбросов имеют высоту более 50 м и относятся согласно ОНД–86 [9] к высоким источникам. Ими в атмосферу ежегодно выбрасывается 726 т твердых ЗВ, что составляет 39,3 % от их суммарного

выброса. При этом доля выброса твердых ЗВ высокими источниками ЗАО «Белгородский цемент» (6 труб высотой 65–96 м) составляет 31 %, ОАО «Стройматериалы» (1 труба высотой 65 м) – 8,3 %.

Таблица 1

Алгоритм оценки загрязненности атмосферного воздуха урбоэкосистемы мелкодисперсными взвешенными частицами

Номер этапа	Наименование этапа работ	Метод исследования
1.	Предварительная оценка вкладов в загрязнение атмосферного воздуха взвешенными веществами мощных источников промышленных выбросов (приоритетные ИЗА)	Анализ распределения источников выбросов твердых ЗВ в атмосферу города по типам и высотам с учетом мощности их выбросов (т/год)
2	Определение дисперсного состава пыли и величин выбросов в атмосферу PM10 и PM 2,5 приоритетных ИЗА	Исследование проб пыли на растровом ионно-электронном микроскопе
3	Расчет приземных концентраций TSP, PM10 и PM 2,5, содержащихся в выбросах приоритетных ИЗА	Методика ОНД-86 [9]
4	Обоснование выбора точек для проведения инструментальных измерений приземных концентраций TSP, PM 10 и PM 2,5	Анализ мест проживания населения в зоне влияния выбросов взвешенных частиц (локализация и расстояние от ИЗА с учетом результатов расчетов приземных концентраций взвешенных частиц)
5	Инструментальные измерения TSP, PM 10 и PM 2,5 в точках исследований	Гравиметрический метод; оптический анализатор аэрозоля Dustrak 8520
6	Определение приземных концентраций TSP на основе сводных расчетов загрязнения атмосферы выбросами промышленности и автотранспорта	Методика ОНД-86 [9]
7	Сопряжение данных расчетов и инструментальных измерений приземных концентраций TSP, PM 10, PM 2,5	ГИС-анализ результатов расчетов приземных концентраций и инструментальных измерений
8	Оценка загрязненности атмосферного воздуха урбанизированной территории мелкодисперсными взвешенными частицами	Геоинформационное картографирование полей концентраций PM 10 и PM 2,5

Таблица 2

Распределение источников промышленных выбросов твердых ЗВ по типам и высотам

Количество стационарных источников выбросов, шт., в т. ч.	1332	
Источники с организованным выбросом, %	91,5	
Источники с неорганизованным выбросом, %	8,5	
Распределение количества ИЗА (%) по их высотам, м	более 50 м	1,95
	50–10	56,2
	10–2	36,75
	менее 2 м	5,1

Дисперсный состав пыли, выбрасываемой в атмосферу высокими источниками ЗАО «Белгородский цемент» и ОАО «Стройматериалы», определен с помощью растрового ионно-электронного микроскопа Quanta 200 3D (Нидерланды). Выброс (т/год) PM2,5 и PM10 для определенного твердого ЗВ определен как произведение выброса этого вещества на величину массовой доли частиц в твердом ЗВ. Расчетная величина

выбросов в атмосферу высокими источниками взвешенных частиц PM10 составила 36,8 % от суммы твердых ЗВ, поступающих в атмосферный воздух от стационарных источников загрязнения, взвешенных частиц PM2,5 – 17,4 %.

В соответствии с результатами выполненных расчетов зону влияния выбросов высоких источников формирует в основном ИЗА ЗАО «Белгородский цемент и ее ра-

диус для PM10 и PM2,5 составляет 4200–4500 м соответственно.

Для проведения инструментальных измерений приземных концентраций TSP, PM10 и PM2,5 определены 12 мониторинговых точек, из них:

5 точек – для оценки вклада основных промышленных источников выброса на основе анализа мест проживания населения в зоне влияния выбросов взвешенных частиц (локализация и расстояние от ИЗА с учетом результатов проведенных расчетов приземных концентраций взвешенных частиц, содержащихся в выбросах приоритетных ИЗА);

3 точки – для оценки вклада основных автомагистралей;

3 точки – в местах расположения ПНЗ;

1 точка – в местах массового отдыха населения (парк «Памяти»).

По результатам инструментальных измерений в точках исследования концентрации PM 10 и PM 2,5 не превышают установленных по [5] величин ПДК.

Путем ГИС-анализа результатов расчетов приземных концентраций и инструментальных измерений TSP, PM 10, и PM 2,5 выполнена оценка загрязненности атмосферного воздуха города Белгорода мелкодисперсными взвешенными частицами, выявлены зоны с наиболее высоким уровнем частиц взвешенных частиц PM 2,5 и PM 10.

Таким образом, предложен алгоритм информационной поддержки принятия решений по управлению качеством атмосферного воздуха.

Основной проблемой функционирования систем мониторинга динамики природно-антропогенных комплексов является оперативность обновления результатов фактических измерений. Оперативность информационного обмена обеспечивается поступлением данных непосредственно с автоматизированных средств измерения (рисунков). В настоящее время в ГИАС реализован механизм автоматической конвертации данных мониторинга загрязнения атмосферы из базы данных автоматизированной информационной системы Росгидромета. Конвертация происходит пакетно сразу для всех пунктов наблюдения города. Параллельно с концентрациями загрязнителей в ГИАС поступают сведения о метеорологических условиях в период проведения измерений. Аналогичный механизм разработан для устройств, выдающих данные в текстовом формате. Модуль мониторинга изменений отслеживает появление новых файлов данных в FTP папке прибора и при обнаружении новой серии замеров автоматически конвертирует данные в ГИАС. В настоящее время описанная схема авто-

матического пополнения данных обработана на примере универсального трассового газоанализатора ДООС-4Р. Результаты обработки данных лидарного мониторинга аэрозольного загрязнения атмосферы в программе «Скат» поступают в ГИАС через пользовательский Web-интерфейс. Применение формата GeoTIFF позволяет сохранить геопривязку импортируемых картограмм концентраций атмосферного аэрозоля и обеспечить их корректное наложение на космический снимок из базы Google Maps и карты Open Street Map. После такого совмещения пользователи получают возможность анализировать ареолы запыления воздуха над городом не только с применением сведений об источниках выбросов, внесенных в базу данных ГИАС, но и с учетом расположения объектов производственной инфраструктуры, жилой застройки и рекреационных зон на космическом снимке и/или карте.

Разработанные механизмы автоматического пополнения данных достаточно гибкие и позволяют без значительных затрат расширять перечень опрашиваемых системой автоматических средств мониторинга, обеспечить информационную базу для работы подсистемы анализа. Поскольку основные функции поступления данных возложены на программные конвертеры, то этот процесс не зависит от типа имеющегося канала передачи сведений. Можно использовать любой имеющийся способ подключения к сети интернет, в том числе сети сотовой связи, что делает возможным автоматическую передачу сведений с мобильной экологической лаборатории.

На следующем этапе, используя уточненную базу параметров ИЗА предприятий, выполняются сводные расчеты, определяется вклад различных предприятий в загрязнение воздуха и уточняются нормативы выбросов в атмосферу для предприятий, оцениваются ожидаемые его изменения уровня загрязнения воздушного бассейна с учетом динамики выбросов предприятий и автотранспорта, проводится оценка эффективности планируемых хозяйственных и природоохранных мероприятий.

Аналитический блок помимо результатов сводных расчетов загрязнения атмосферы включает ряд интегральных оценочных показателей, позволяющих определить степень остроты экологической ситуации по отдельным ЗВ и оценить риск здоровью населения. Для атмосферного воздуха такими показателями являются оценка канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения и рассчитываемый по фактическим данным мониторинга индекс загрязнения атмосферы.

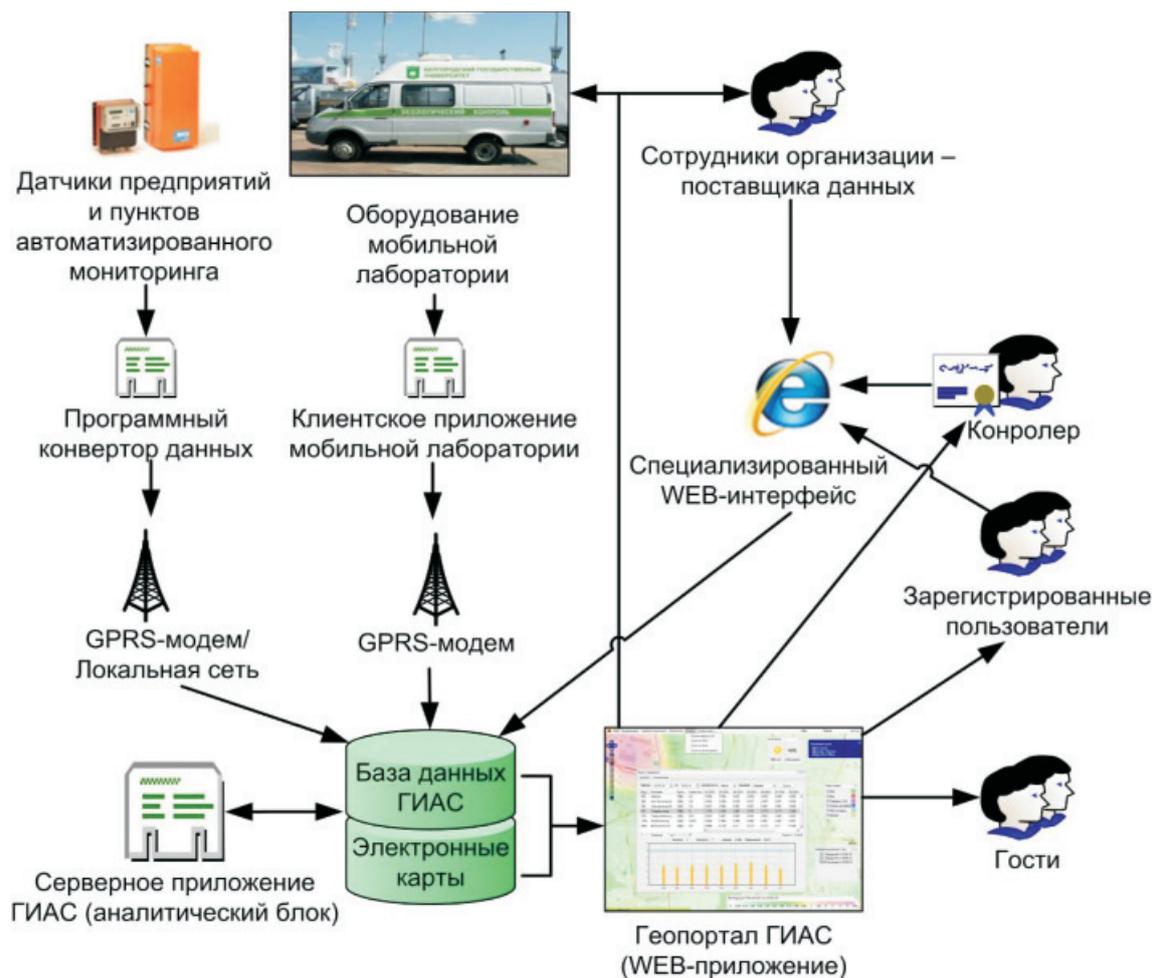


Схема информационного обмена в ГИАС «ЭКО-Город»

При реализации ГИАС с представленной структурой будет создана комплексная система, всесторонне характеризующая экологическую ситуацию в городе и позволяющая повысить оперативность принятия решений по регулированию объемов антропогенных выбросов и разработки природоохранных мероприятий.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, Государственный контракт № 14.518.11.7048.

#### Список литературы

1. База данных геоинформационной аналитической системы «Эко-город»: свидетельство № 2011620206 об офиц. регистрации базы данных / Ф.Н. Лисецкий, О.А. Чепелев, А.Э. Боровлев, С.А. Кунгурцев, Д.Н. Орлов, О.В. Коробенко, С.В. Трембач, В.И. Соловьев; правообладатель ГОУ ВПО Белгородский государственный университет (БелГУ). – 2010620589; заявл. 11.10.2010; опубли. 17.03.2011.

2. Боровлев А.Э. Исследование техногенного воздействия промышленных предприятий и автотранспорта с целью обеспечения экологических норм загрязнения атмосферного воздуха урбанизированной территории (на

примере города Белгород) // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 6. – С. 24–28.

3. Боровлев А.Э., Кунгурцев С.А. Развитие системы управления качеством атмосферного воздуха на основе лидарных измерений // Экологические системы и приборы. – 2007. – № 7. – С. 8–13.

4. Геоинформационная аналитическая система: свидетельство № 2010617768 о гос. регистрации программы для ЭВМ / Ф.Н. Лисецкий, О.А. Чепелев, А.Э. Боровлев; правообладатель ГОУ ВПО Белгородский государственный университет (БелГУ). – № 2010615868; заявл. 24.09.2010; опубли. 23.11.2010.

5. Дополнения № 8 к ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». Утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 19.04.2010 г. № 26.

6. Лисецкий Ф.Н., Боровлев А.Э., Чепелев О.А., Терехин Э.А., Ломиворотова О.М. Мониторинг техногенного воздействия в действующих и вновь создаваемых районах Белгородской области // Экологические системы и приборы. – 2011. – № 7. – С. 30–35.

7. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (Дополненное и переработанное). – СПб., 2012. – 222 с.

8. Милыев В.Б., Буренин Н.С., Канчан Я.С., Двинянинова О.В. Управление качеством атмосферного воздуха на

основе сводных расчетов загрязнения атмосферы // Экология. – 2001. – № 2. – С. 3–4.

9. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – М.: Госкомгидромет, 1987. – 94 с.

10. Программа обработки результатов мониторинга атмосферы: свидетельство № 2013610570 о гос. регистрации программы для ЭВМ / С.А. Кунгурцев, В.И. Соловьев; правообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет». – № 2012619747; заявл. 12.10.2012.

11. Чепелев О.А., Боровлев А.Э. Опыт создания специализированной геоинформационной системы для решения задач обработки данных экологического мониторинга на муниципальном уровне // Экологические системы и приборы. – 2011. – № 9. – С. 52–56.

### References

1. Lisetskii F.N., Chepelev O.A., Borovlev A.E., Kungurtsev S.A., Orlov D.N., Korobenko O.V., Trembach S.V., Solov'ev V.I. *Baza dannykh geoinformacionnoj analiticheskoy sistemy «Jeko-gorod»*: [Database of geoinformation analytical system «Eco-City»]: the certificate No. 2011620206 on the official database registration: owner of Belgorod State National Research University (BSU); it is declared 11.10.2010; it is published 17.03.2011.

2. Borovlev A.E. *Problemy regional'noj jekologii* [Regional environmental issues], 2007, no. 6, pp. 24–28.

3. Borovlev A.E., Kungurtsev S.A. *Jekologicheskie sistemy i pribory*, 2007, no. 7, pp. 8–13.

4. Lisetskii F.N., Chepelev O.A., Borovlev A.E. et al. *Geoinformacionnaja analiticheskaja sistema* [Geoinformation analytical system]: certificate No. 2010617768 on the state registration of the computer program: owner of Belgorod State National Research University (BSU); it is declared 24.09.2010; it is published 23.11.2010.

5. *Dopolnenija № 8 k GN 2.1.6.1338-03 «Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) zagrjaznjajushhih veshhestv v atmosfernom vozduhe naselennyh mest»*. *Utv. postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 19.04.2010 g. no. 26*. [Additions No. 8 to GN 2.1.6.1338-03

«The Maximum Permissible Concentration (MPC) of polluting substances in atmospheric air of the occupied places». It is approved as the resolution of the Chief state health officer of the Russian Federation of 19.04.2010 No. 26].

6. Lisetskii F.N., Borovlev A.E., Chepelev O. A., Terexhin E.A., Lomivorotova O. M. *Jekologicheskie sistemy i pribory*, 2011, no. 7, pp. 30–35.

7. *Metodicheskoe posobie po raschetu, normirovaniju i kontrolju vybrosov zagrjaznjajushhih veshhestv v atmosferynyj vozduh (Dopolnennoe i pererabotannoe)* [Methodical grant by calculation, rationing and control of emissions of polluting substances in atmospheric air (Added and processed)]. SPb, 2012. 222 p.

8. Miljaev V.B., Burenin N.S., Kanchan Ja.S., Dvinjaninova O.V. *Jekologija*, 2001, no 2, pp. 3–4.

9. ОНД-86. *Metodika rascheta koncentracij v atmosfernom vozduhe vrednykh veshhestv, sodержashhihsja v vybrosah predpriyatij* [ОНД-86. Method of calculation of concentration in atmospheric air of the harmful substances containing in emissions of the enterprises]. Moscow, Goskomgidromet, 1987. 94 p.

10. Kungurtsev S.A., Solov'ev V.I. *Programma obrabotki rezul'tatov monitoringa atmosfery* [Program of processing of results of monitoring of the atmosphere]: certificate No. 2013610570 on the state registration of the computer program: owner of Belgorod State National Research University (BSU); it is declared 12.10.2012.

11. Chepelev O.A., Borovlev A.E. *Jekologicheskie sistemy i pribory*, 2011, no. 9, pp. 52–56.

### Рецензенты:

Корнилов А.Г., д.г.н., профессор, заведующий кафедрой географии и геоэкологии, ФГАУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород;

Куролап С.А., д.г.н., профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и мониторинга окружающей среды, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж.

Работа поступила в редакцию 07.05.2013.