

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Воронежский государственный технический университет (Россия, г. Воронеж, Московский пр., д. 14);
Воронежский институт Государственной противопожарной службы МЧС России
(Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, д. 231)

Представлен анализ распределения основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на магистральных улицах г. Воронежа на основе визуализации и трансформации пространственных данных с использованием географических информационных систем с целью принятия управленческих решений для улучшения экологической обстановки и предупреждения развития чрезвычайных ситуаций. Распределение основных загрязняющих веществ на магистральных улицах г. Воронежа отражено на картах-схемах. В период отбора проб атмосферного воздуха отмечался высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота, оксидом углерода и пылью (взвешенные вещества). Средний уровень содержания диоксида азота в атмосферном воздухе превышал предельно допустимые концентрации в 1,69 раза, а по оксиду углерода – в 1,1 раза, по пыли (взвешенным веществам) – в 1,1 раза. Вредные вещества накапливались в атмосферном воздухе в результате работы двигателей автотранспортных средств, которые вносили наибольший вклад в загрязнение атмосферы города. Колебания концентрации загрязняющих веществ в точках отбора характеризовались крайней неравномерностью, что было связано с различной загрузкой транспортных потоков.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, географические информационные системы, загрязнение окружающей среды, предельно допустимые концентрации, оксид углерода, диоксид азота, г. Воронеж.

Введение

Одной из основных характеристик состояния окружающей среды является качество атмосферного воздуха. По информации Воронежского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в 2012 г. в атмосферном воздухе г. Воронежа максимально разовые концентрации достигали превышений предельно допустимых концентраций (ПДК) согласно санитарно-гигиеническим нормативам: по пыли – 3,2 ПДК; оксиду углерода – 1,6 ПДК; диоксиду азота – 2,4 ПДК. За последние 5 лет отмечается тенденция к повышению уровня загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота, незначительно – пылью, формальдегидом, диоксидом серы [1].

Главным источником поступления загрязняющих веществ в атмосферу города является автомобильный транспорт. По официальным данным, опубликованным Федеральной службой государственной статистики по Воронежской области, на 01.01.2013 г. автомобильный парк города составляет 304 272 единицы, из которых 21 009 – грузовые автомашины, 4500 – автобусы, 278 763 – легковые авто-

мобили. Рост выбросов вредных веществ от автотранспортных средств связан с ежегодным увеличением количества автомобилей, низким техническим уровнем и значительным износом эксплуатируемого подвижного состава, недостаточной пропускной способностью улично-дорожной сети. Вклад передвижных источников (автотранспорта) в суммарное загрязнение атмосферного воздуха в г. Воронеже составляет 90–93 % [2].

Актуальность затронутой в статье проблемы обусловлена постоянным увеличением экологического риска для здоровья населения, вызванного содержанием в атмосферном воздухе взвешенных и газообразных веществ, с чем связаны высокий уровень заболеваемости органов дыхания и смертности населения.

Использование географических информационных систем (ГИС) дает возможность понимать ситуацию и отражать особенности, которые практически невозможно увидеть при табличной организации данных. В связи с этим разработка ГИС-приложения, отражающего распределение загрязняющих веществ на магистральных улицах города, является целесообразной. Кроме того, результаты подобного анализа могут быть использованы для принятия важных управленческих решений, на-

Казьмина Инна Германовна – аспирант каф. технологии и обеспечения гражд. обороны в чрезв. ситуациях, Воронеж. гос. техн. ун-т (Россия, 394026, г. Воронеж, Московский пр., д. 14); e-mail: innmix@yandex.ru;

Усков Валентин Михайлович – д-р мед. наук проф., каф. физ. культуры и спорта, Воронеж. ин-т Гос. противопожар. службы МЧС России (Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, д. 231); e-mail: vm.uskov.card@mail.ru.

правленных на улучшение экологического состояния окружающей среды, а также снижение экологического риска для здоровья населения. Управление качеством атмосферного воздуха возможно реализовать через проведение таких мероприятий, как оптимизация и перераспределение транспортных потоков на загруженных магистральных улицах города; обоснование и подтверждение необходимости вложения денежных средств для нормализации и улучшения экологической обстановки; проведение комплексной оценки качества атмосферного воздуха на отдельно взятом участке.

Материалы и методы

С помощью географической информационной системы MapInfo Professional 11.5 была создана электронная карта-основа г. Воронежа. Среди достоинств программного продукта MapInfo следует отметить возможность работы без конвертации с графическими данными других ГИС и табличными данными в форматах Access и Excel. В MapInfo имеются множество способов создания тематических карт, а также возможна работа с данными в растровых форматах. Ввиду того, что ГИС MapInfo обладает богатыми функциональными возможностями и является высокоэффективным средством для анализа и визуализации пространственных данных, была выбрана именно эта геоинформационная система.

Электронная карта-основа г. Воронежа содержит следующие векторные слои под названиями: «Районы города», «Водоемы», «Улицы», «Магистраль», «Стационарные источники загрязнения окружающей среды», «Маршрутные посты наблюдения» и «Стационарные посты наблюдения». При создании данных слоев использовалась проекция WGS-84 (World Geodetic System 1984), которая является единой системой координат для всей планеты.

По данным, предоставленным Воронежским филиалом Центра лабораторного анализа и технических измерений, построены тематические карты, отражающие распределение основных загрязняющих веществ атмосферного воздуха на магистральных улицах г. Воронежа. Отбор проб и организация наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы осуществлялись в апреле 2011 г. в соответствии с ГОСТом 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов». Для наблюдения были определены точки, расположенные в зоне максимального влияния автомагистралей города. Критерием оценки уровня загрязнения

атмосферы диоксидом азота, согласно ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», является максимально разовая концентрация (ПДК_{м.р.} = 0,2 мг/м³). Оценку уровня загрязнения проводили по максимально разовым концентрациям загрязнителя (С_{м.р.}), зафиксированным в точках отбора проб.

Результаты и их анализ

На рис. 1 показано распределение максимально-разовых концентраций диоксида азота в местах отбора проб атмосферного воздуха на магистральных улицах г. Воронежа.

Зафиксированные значения соответствуют приведенному гигиеническому нормативу только в 2 мониторинговых точках. Максимальная концентрация составляет 0,55 мг/м³ на перекрестке ул. Кольцовская, ул. Кирова и ул. 20-летия Октября, что объясняется высокой загрузкой транспортных потоков на данной магистральной улице. Минимальное значение концентрации диоксида азота (0,08 мг/м³) зафиксировано у ближайшей жилой застройки на перекрестке ул. Фридриха Энгельса и ул. Среднемосковской.

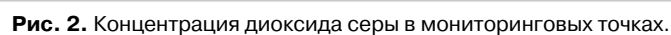
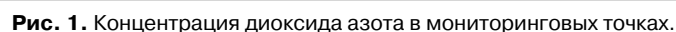
На рис. 2 представлено распределение диоксида серы (в долях ПДК) на магистральных улицах города. Максимальные концентрации отмечались на перекрестке ул. Остужева и Ленинского пр. (0,8 ПДК по центру перекрестка).

В целом, превышения гигиенических нормативов по данному компоненту загрязнения атмосферного воздуха не наблюдалось – это видно на карте-схеме (см. рис. 2), где отмечены концентрации диоксида серы по центру перекрестка и у ближайшей жилой застройки в виде круговых диаграмм.

По оксиду углерода (рис. 3) средняя концентрация составила 5,5 мг/м³ (1,1 ПДК) по центру перекрестка и 4,05 мг/м³ (0,8 ПДК) у ближайшей жилой застройки. Максимальные концентрации отмечались на перекрестке ул. Лебедева и Ленинского пр. – 6,8 мг/м³ (1,36 ПДК) по центру перекрестка, минимальные – на перекрестке ул. Машиностроителей и ул. 9 Января – 2,5 мг/м³ (0,5 ПДК) у ближайшей жилой застройки.

Заключение

Таким образом, распределение основных загрязняющих веществ на магистральных улицах г. Воронежа можно отразить на картах-схемах и сформулировать вывод об их экологическом состоянии. В период отбора



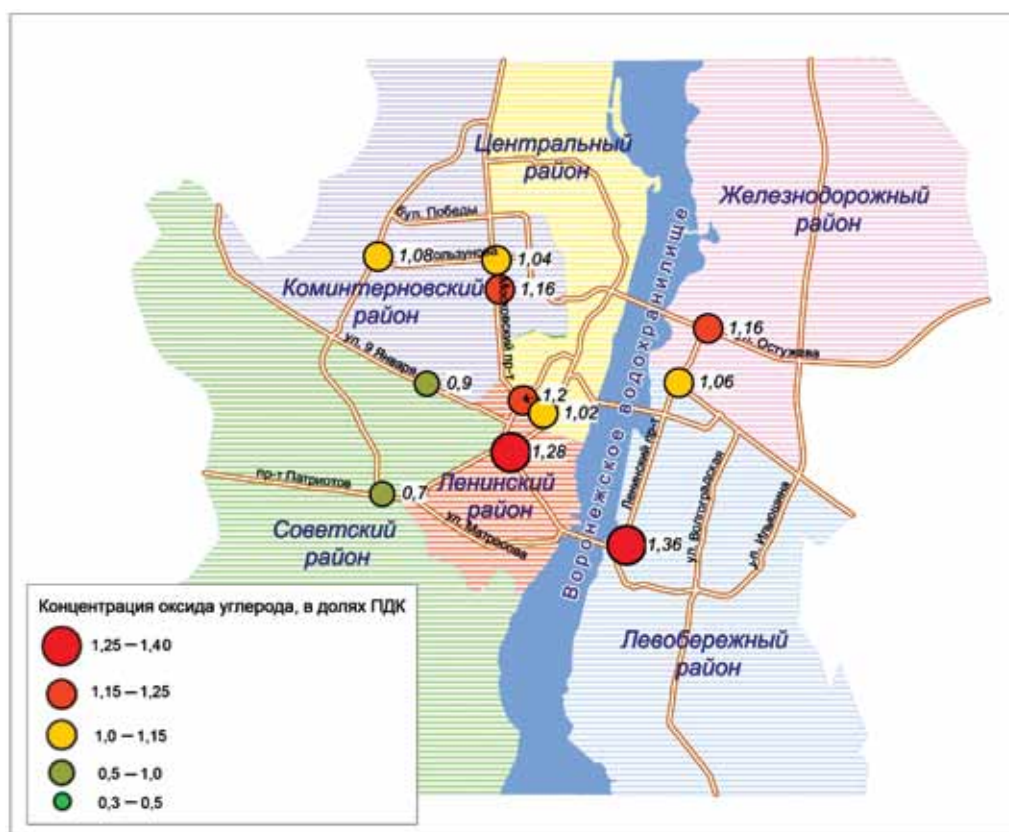


Рис. 3. Концентрация оксида углерода в мониторинговых точках.

проб атмосферного воздуха отмечается высокий уровень загрязнения его диоксидом азота, оксидом углерода и пылью (взвешенные вещества). Средний уровень содержания диоксида азота в атмосферном воздухе превышает предельно допустимые концентрации в 1,69 раза, а по оксиду углерода – в 1,1 раза, по пыли (взвешенным веществам) – в 1,1 раза.

По результатам анализа установлено, что содержание загрязняющих веществ в зоне по центру перекрестка выше, чем в зоне, наиболее приближенной к жилому сектору. Все эти вещества накапливаются в атмосферном воздухе в результате работы двигателей автотранспортных средств, которые вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферы города. Колебания концентрации загрязняющих веществ в точках отбора характеризуются крайней неравномерностью, что связано с различной нагрузкой транспортных потоков.

Следует отметить, что самым проблемным является участок магистрали на пересечении Ленинского пр. и ул. Лебедева г. Воронежа по совокупности содержания загрязняющих ве-

ществ в атмосферном воздухе. Принимая этот факт во внимание, очевидно, что для данного участка необходима разработка управленческих решений с целью повышения качества окружающей среды и снижения экологического риска для здоровья населения и предупреждения развития чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Доклад о природоохранной деятельности городского округа город Воронеж в 2012 году / Упр. экологии Администрации гор. округа г. Воронеж. Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2012. 57 с.
2. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2012 г. СПб., 2012. 247 с.
3. Усков В.М., Шамсутдинов С.Х., Адиянов В.В. Методология применения статистического анализа результатов самоконтроля в оптимизации лечения больных сахарным диабетом // Систем. анализ и упр. в биомед. системах. 2009. Т. 8, № 3. С. 723–727.
4. Усков В.М., Звягинцева А.В. Обеспечение гидроэкологической безопасности системы водопользования // Вестн. Воронеж. гос. техн. ун-та. 2008. Т. 4, № 11. С. 10–13.

Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2015. N 3. P. 88–92.

Kazmina I.G., Uskov V.M. Sistemy upravleniya kachestvom atmosfernogo vozdukha na osnove vizualizatsii i transformatsii prostranstvennykh dannyykh [The quality management system for atmospheric air on the basis of visualization and transformation of spatial data]

Voronezh State Technical University (Russia, 394026, Voronezh, Moscow Ave., 14);
Voronezh Institute of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia
(Russia, 394052, Voronezh, Krasnoznamennaya Str., 291)

Kazmina Inna Germanovna – PhD Student, Department of Technology and Support of Civil Defence in Emergencies, Voronezh State Technical University (Russia, 394026, Voronezh, Moscow Ave., 14); e-mail: innmix@yandex.ru;

Uskov Valentin Mikhailovich – Dr. Med. Sci. Prof., Department of Physical Education and Sport, Voronezh Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia (Russia, 394052, Voronezh, Krasnoznamennaya Str., 291); e-mail: vm.uskov.card@mail.ru

Abstract. Distribution of the major pollutants in the atmospheric air on the main streets of the city of Voronezh is presented based on visualization and transformation of spatial data using geographic information systems for management decision-making to improve the environmental situation and prevent disasters. Distribution of major pollutants on the main streets of Voronezh is reflected on a schematic map. During air sampling, there was a high level of air pollution with nitrogen dioxide, carbon oxide and dust (particulate matter). The average level of nitrogen dioxide in the air 1.69 times exceeded the maximum permissible concentration and carbon monoxide — 1.1 times, the dust — 1.1 times. Harmful substances accumulate in the atmosphere as a result of motor vehicles, which make the largest contribution to the pollution of the city. Fluctuations in the concentration of pollutants in the sampling points were extremely uneven, which was associated with different traffic load.

Keywords: Emergency; geographic information systems; environmental pollution; maximum permissible concentrations; carbon monoxide; nitrogen dioxide, Voronezh.

References

1. Doklad o prirodookhrannoi deyatelnosti gorodskogo okruga gorod Voronezh v 2012 godu [Report on the environmental performance of the city of Voronezh municipal district in 2012]. Voronezh. 2012. 57 p. (In Russ.)
2. Ezhegodnik sostoyaniya zagryazneniya atmosfery v gorodakh na territorii Rossii za 2012 god [Yearbook on the state of air pollution in the cities of Russia in 2012]. Saint Petersburg. 2012. 247 p. (In Russ.)
3. Uskov V.M., Shamsutdinov S.Kh., Adianov V.V. Metodologiya primeneniya statisticheskogo analiza rezul'tatov samokontrolya v optimizatsii lecheniya bol'nykh sakharnym diabetom [The methodology of the application of statistical analysis of the results of self-control to optimize the treatment of patients with diabetes]. *Sistemnyi analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh* [System analysis and management in biomedical systems]. 2009. Vol. 8, N 3. Pp. 723–727. (In Russ.)
4. Uskov V.M., Zvyagintseva A.V. Obespechenie gidroekologicheskoi bezopasnosti sistemy vodopol'zovaniya [Ensuring the hydroecological safety of water systems]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Scientific bulletin of Voronezh State Technical University]. 2008. Vol. 4, N 11. Pp. 10–13. (In Russ.)

Received 09.04.2015