

ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УДК 502.22: 504.5/9"713"

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.04

САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. МОСКВЫ

Е.Е. Андреева

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве, Россия, 129626, г. Москва, Графский переулок, 4/9

Приведены результаты сравнительной санитарно-эпидемиологической оценки качества атмосферного воздуха Москвы и РФ, которые свидетельствуют о снижении уровня загрязнения атмосферы в 2014 г., по сравнению с 2012 г., как в Москве, так и в РФ. Отмечено, что чаще всего превышения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха на территориях российских городов регистрируются на стационарных постах наблюдения и вблизи автомагистралей, расположенных в зонах жилой застройки, а в Москве – в зонах влияния промышленных предприятий. Отмечено, что тенденция снижения негативного влияния промышленных предприятий на загрязнение атмосферного воздуха отмечается как в целом по Российской Федерации, так и в Москве. Показано, что к приоритетным загрязняющим веществам, по которым в 2014 г. в РФ наблюдались превышения гигиенических среднесуточных нормативов в 5 раз и более, относятся: бенз(а)пирен, взвешенные вещества, серы диоксид, бензол, формальдегид, азота диоксид, сероводород и др. Для оценки качества атмосферного воздуха Москвы выполнена интер- и экстраполяция данных постов мониторинга на всю территорию Москвы с использованием метода «обратных расстояний». Показано, что, согласно полученным данным, качество атмосферного воздуха отдельных административных округов Москвы значительно различается и определяется уровнем транспортной нагрузки, объемом выбросов промышленных предприятий и розой ветров. В качестве приоритетных загрязняющих веществ, влияющих на качество атмосферного воздуха, выделены диоксид азота, аммиак, бензин, взвешенные вещества, озон и формальдегид. Отмечено, что вблизи автомагистралей Москвы наблюдаются превышения концентраций диоксида азота, формальдегида, фенола и окиси углерода, а на территориях вблизи промышленных зон – диоксида азота, формальдегида фенола и бенз(а)пирена.

Ключевые слова: качество атмосферного воздуха, санитарно-эпидемиологическая оценка, превышение гигиенических нормативов, аппроксимация, интерполяция, экстраполяция, метод «обратных расстояний», посты наблюдения, мониторинг, приоритетные загрязняющие вещества.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) воздействию загрязненной воздушной среды подвергается более 80 % населения, проживающего в городах [14]. Загрязнение воздуха является одной из важнейших причин заболеваемости и смертности населения. Риск развития инсульта, болезней сердца, рака легких, острых и хронических респираторных заболеваний, включая астму, повышается по мере снижения качества воздуха [16–20].

Особую актуальность эта проблема представляет для Москвы – крупнейшего города Российской Федерации, где качество воздуха оказывает влияние на состояние здоровья более

12 млн жителей (около 8,4 % от общей численности населения страны). Так, по оценкам специалистов ВОЗ [4], в атмосферном воздухе Москвы содержание частиц PM_{2.5}, в составе которых присутствуют сульфаты, нитраты, сажа и другие химические соединения, примерно в 2–2,5 раза выше среднегодовой пороговой концентрации (10 µg/m³), установленной ВОЗ. По ожидаемой продолжительности жизни населения (по данным The Economist Intelligence Unit) в 2015 г. город Москва занимает только 13-е место из 20 включенных в рейтинг городов мира с населением свыше 10 млн человек.

© Андреева Е.Е., 2016

Андреева Елена Евгеньевна – кандидат медицинских наук, руководитель, главный государственный санитарный врач по городу Москве (e-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru; тел.: 8 (495) 621-70-76).

По данным эпидемиологических и гигиенических исследований [1–3,8,9,11–13,15] в Москве наблюдаются риски формирования дополнительных случаев смертности и заболеваемости населения, связанных с воздействием факторов среды обитания, прежде всего атмосферного воздуха и питьевой воды. Ведущей средой, обуславливающей формирование рисков здоровью, является атмосферный воздух.

Для снижения заболеваемости и смертности населения, ассоциированных с загрязнением атмосферного воздуха, необходимы действия как муниципальных и региональных, так и федеральных органов власти.

Требования к качеству атмосферного воздуха и гигиеническим критериям его безопасности для здоровья населения установлены федеральными нормативными документами – законами «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и «Об охране атмосферного воздуха», а также санитарными правилами и нормами «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».

Целью настоящей работы являлась сравнительная гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха Москвы и РФ, а также оценка качества атмосферного воздуха по административным округам Москвы.

Материалы и методы. В качестве источников информации для сравнительной гигиенической оценки качества атмосферного воздуха Москвы и РФ использовали данные формы № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», утвержденной приказом Росстата № 673 от 20.11.2014 г.

Для оценки качества атмосферного воздуха по административным округам Москвы использовали данные о содержании загрязняющих веществ в атмосферном воздухе за 2012–2014 гг., полученные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» в рамках социально-гигиенического мониторинга, а также данные ГПБУ «Мосэкомониторинг» и ФГБУ «Московский ЦГМС».

Оценку качества атмосферного воздуха в сравнительном аспекте с РФ и по административным округам осуществляли по доле превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) в местах отбора проб на стационарных постах, автомагистралях в зоне жилой застройки, в зонах влияния промышленных предприятий (129 288 проб по 25 показателям).

Для получения сведений об уровне среднегодовых концентраций на электронную карту

города нанесли систему расчетных точек в виде регулярной сетки общей площадью 3240 км², размером 54×60 км и шагом узлов сетки 200×200 м. Аппроксимацию выполняли по методу «обратных расстояний» [10].

После проведения процедуры аппроксимации рассчитывали средние значения показателей во всех расчетных точках, расположенных в границах каждого административного округа.

Сравнительный анализ концентраций (максимальных из разовых и среднесуточных) химических веществ в атмосферном воздухе Москвы и РФ выполняли с учетом требований СанПин 2.1.6.1032-01, ГН 2.1.6.1338-03 и ГН 2.1.6.2309-07.

Результаты и их обсуждение. По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека [6] качество атмосферного воздуха городских поселений на территории Российской Федерации улучшилось. Так, в 2014 г. в городах РФ доля проб атмосферного воздуха с превышением ПДК_{мр} составила 1,06 ± 0,02 %, что на 0,3 % меньше, чем в 2012 г. (1,37 ± 0,02 %). Аналогичная динамика наблюдается и в Москве. Удельный вес проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам, снизился в 2 раза: с 0,43 ± 0,06 % в 2012 г. до 0,22 ± 0,04 % в 2014 г. Стоит отметить, что уровень загрязнения атмосферного воздуха в Москве (при кратковременных подъемах концентраций) примерно в 3–5 раз ниже, чем в целом в городах РФ.

Чаще всего превышения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха на территориях городов Российской Федерации регистрируются на стационарных постах наблюдения и вблизи автомагистралей, расположенных в зонах жилой застройки, а в Москве – в зонах влияния промышленных предприятий. Однако тенденция снижения негативного влияния промышленных предприятий на загрязнение атмосферного воздуха отмечается как в целом по Российской Федерации, так и в Москве в частности.

По данным ФГБУ «Центральное УГМС» за 2014 г. уровень загрязнения воздуха вблизи промышленных зон и автомагистралей можно охарактеризовать как «повышенный», в жилых районах города – как «низкий».

К приоритетным химическим веществам, загрязняющим атмосферный воздух РФ, относятся фенол, взвешенные вещества, формальдегид, бенз(а)пирен, углерода оксид [6]. К веще-

ствам, определяющим санитарную ситуацию в городе Москве [5, 7], – сероводород, азота диоксид, аммиак и алифатические предельные углеводороды.

В 2014 г. в целом по Российской Федерации среднесуточные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в 99,18 % проб соответствовали гигиеническим нормативам. Только в 0,82 % проб, отобранных на территории Российской Федерации в 2014 г., концентрации химических примесей превышали ПДК_{сс} (как и в 2013 г.). Превышение от 1,1 до 2,0 ПДК_{сс} наблюдалось в 0,71 % проб, от 2,1 до 5,0 ПДК_{сс} – в 0,08 % проб, а более 5,1 ПДК_{сс} – в 0,02 % проб атмосферного воздуха.

Превышения гигиенических среднесуточных нормативов в Российской Федерации в 2014 г. в 5 раз и более наблюдались по содержанию в атмосферном воздухе бенз(а)пирена, взвешенных веществ, серы диоксида, бензола, формальдегида, азота диоксида, сероводорода и других загрязняющих веществ.

Для сравнительной оценки качества атмосферного воздуха во всех административных округах Москвы в единый массив были сведены среднегодовые данные натуральных замеров за 2012–2014 гг., выполненные ФГБУ «Московский ЦГМС-Р», филиалами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» и ГПБУ «Мосэкомониторинг».

Контроль качества атмосферного воздуха в Москве осуществляется ФГБУ «Московский ЦГМС-Р» на 16 стационарных станциях, расположенных во всех административных округах города, кроме ЮЗАО и ТиНАО, филиалами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» на маршрутных и ведомственных постах наблюдения (рис. 1) и ГПБУ «Мосэкомониторинг» на 52 автоматических станциях контроля загрязнения атмосферы (АСКЗА) [5].

В 2014 г. число маршрутных постов наблюдения увеличилось до 45 (в 2012 г. – 39 постов), а ведомственных – сократилось до 4 (в 2012 г. – 5) [5].

На стационарных станциях ФГБУ «Московский ЦГМС-Р» наблюдения ведутся ежедневно, 2–4 раза в сутки, в сроки, установленные ГОСТ 17.2.3.01–86. В программу наблюдений стационарных станций включены 25 загрязняющих веществ: взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, оксид и диоксид азота, сероводород, фенол, хлорид водорода, аммиак, формальдегид, углеводороды бензиновой фракции, бензол, ксилол, толуол, ацетон,

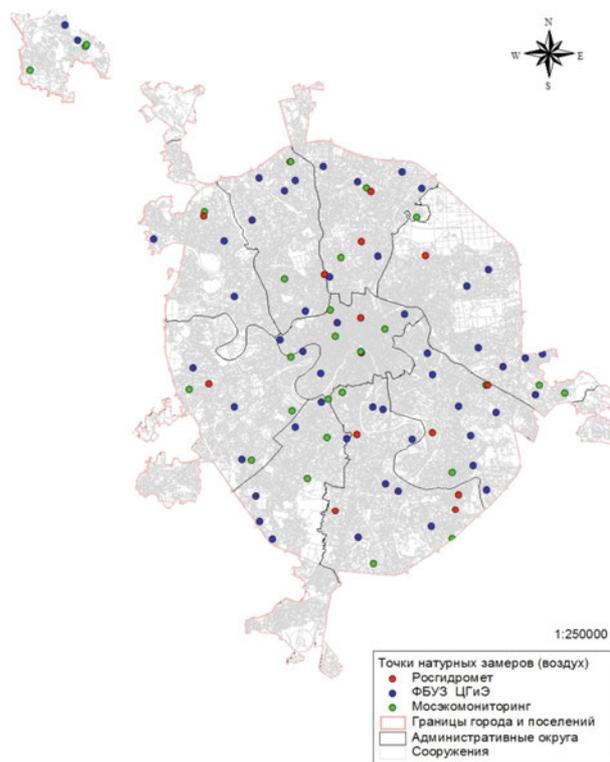


Рис. 1. Расположение постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха на территории города Москвы в 2012–2014 гг.

бенз(а)пирен, железо, кадмий, кобальт, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк.

На автоматических станциях контроля загрязнения атмосферы (АСКЗА) мониторинг состояния атмосферного воздуха ведется круглосуточно, в режиме реального времени, измеряют содержание в атмосферном воздухе 26 веществ, характерных для выбросов антропогенных источников Москвы, включая взвешенные частицы (PM₁₀ и PM_{2,5}), органические соединения, углекислый газ и кислород. В программу исследований также включены оксид углерода, диоксид и оксид азота, сумма углеводородов, озон, диоксид серы, сероводород, аммиак, формальдегид, фенол, бензол, толуол, стирол, этилбензол и другие вещества.

У химических веществ, по которым информация была предоставлена менее чем по 7 постам наблюдения, либо все значения равны нулю, либо исключались из анализа.

Для получения сопоставимых данных по качеству атмосферного воздуха в каждом из административных округов использовали метод «обратных расстояний».

Метод «обратных расстояний» основан на определении «центра тяжести» сети постов на-

блюдений – точки, координаты которой представляют собой среднее арифметическое из соответствующих координат постов наблюдений и интерполяции данных внутри окружности радиусом $1,1R$, где R – расстояние между «центром тяжести» и наиболее удаленным постом, по формуле

$$C_{x,y} = \frac{\sum C_k / r_k}{\sum 1 / r_k},$$

где C_k – установленные концентрации на k -м посту наблюдения и в рассматриваемой точке (узле регулярной сетки) для соответствующей градации скорости и направления ветра; r_k – расстояние от рассматриваемой точки (x, y) до k -го поста.

Вне окружности проводится экстраполяция по формуле

$$C_{x,y} = \frac{\sum C_k / r_k}{\sum 1 / r_k^0} + c \left(1 - 1,1 \frac{R}{r^0} \right),$$

где r_k^0 – расстояние от k -го поста до точки пересечения окружности и прямой, соединяющей рассматриваемую точку с центром тяжести; r^0 – расстояние от рассматриваемой точки до центра тяжести; c – «загородный» фон.

Анализ данных пространственного распределения среднегодовых концентраций, полученных с учетом выполнения процедуры аппроксимации, позволил выделить административные округа Москвы, приоритетные по уровню загрязнения некоторыми веществами, в том числе азота диоксидом и формальдегидом (рис. 2).

Анализ средних за 2012–2014 гг. концентраций приоритетных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе административных округов Москвы показал, что гигиенические нормативы регулярно превышены по содержанию диоксида азота, аммиака, бензина, взвешенных веществ, озона и формальдегида.

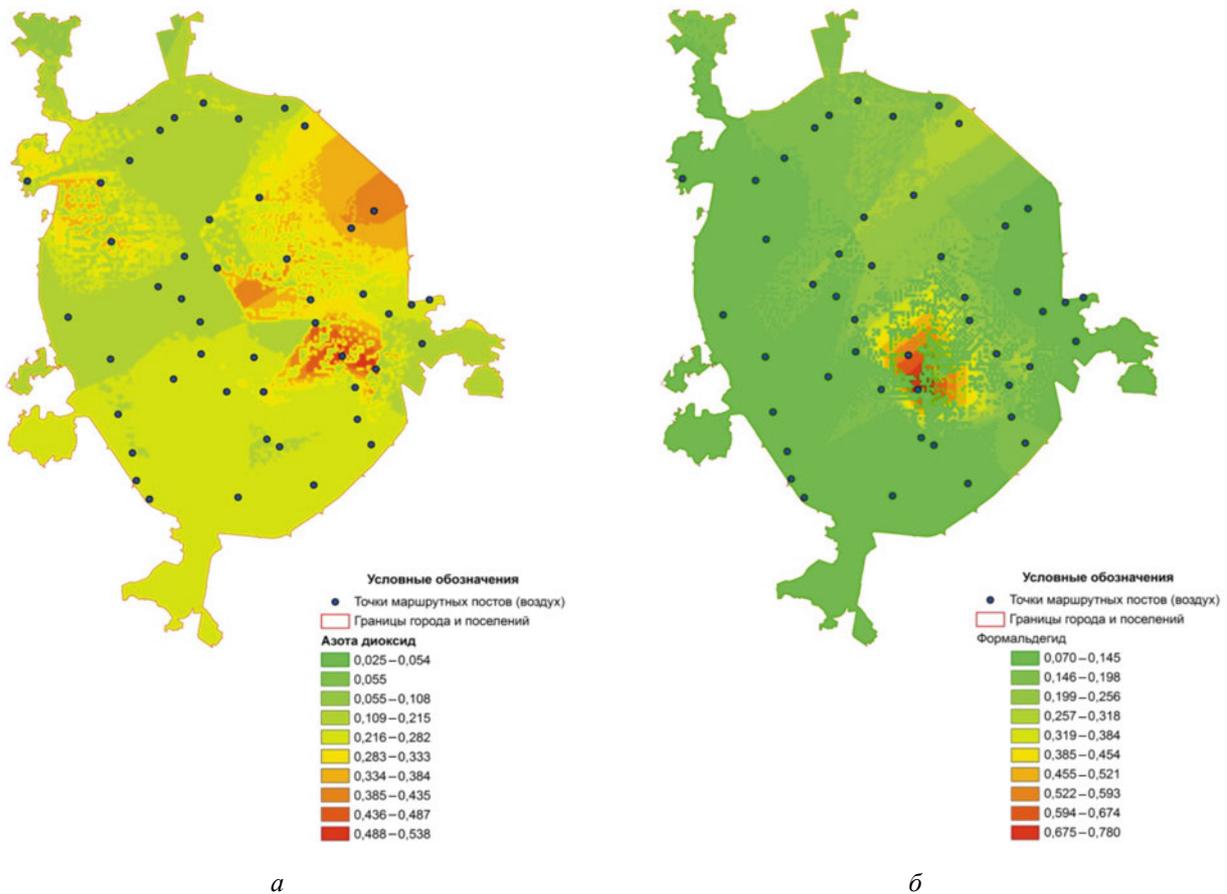


Рис. 2. Концентрации некоторых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, полученные с помощью аппроксимации данных со всех постов наблюдения: *а* – азота диоксида; *б* – формальдегида

Наиболее высокие концентрации диоксида азота наблюдаются в СЗАО, ЦАО и ЮВАО (от 1,46 до 1,52 ПДК_{сс}), самые низкие – в ЗелАО и СВАО (от 0,65 до 0,90 ПДК_{сс}). На территориях ВАО, ЗАО, САО, ЮЗАО и ЮАО регистрируются превышения гигиенических нормативов по азота диоксиду на уровне от 1,11 до 1,34 ПДК_{сс}.

Выше всего средние концентрации аммиака на территории ЗелАО, САО и СЗАО (от 1,2 до 1,25 ПДК_{сс}), ниже – на территории ВАО, ЮВАО и ЦАО (0,52, 0,63 и 0,71 ПДК_{сс} соответственно). Средние концентрации аммиака на уровне около 1 ПДК_{сс} регистрируются в воздухе ЗАО, СВАО, ЮЗАО и ЮАО.

Наиболее загрязнен бензином атмосферный воздух в ЗАО (1,10 ПДК_{сс}), взвешенными веществами – в ЗелАО (1,07 ПДК_{сс}).

Концентрации озона на уровне ПДК или его превышающие для атмосферного воздуха регулярно регистрируются на территории ЗелАО, САО, СЗАО, ЦАО, ЮВАО и ЮАО (от 1,00 до 1,36 ПДК_{сс}).

Формальдегида больше всего в атмосферном воздухе ВАО, СВАО, ЦАО и ЮВАО (от 1,03 до 1,34 ПДК_{сс}). В остальных административ-

ных округах Москвы средние за 2012–2014 гг. концентрации формальдегида наблюдались на уровне 0,61–0,84 ПДК_{сс}.

Выводы. Таким образом, исследование показало, что:

1. С учетом гигиенических критериев качество атмосферного воздуха Москвы улучшается. Удельный вес проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам, снизился в 2 раза (с 0,43 ± 0,06 % в 2012 г. до 0,22 ± 0,04 % в 2014 г.).

2. Качество атмосферного воздуха административных округов Москвы значительно различается и определяется уровнем транспортной нагрузки, объемом выбросов промышленных предприятий и розой ветров.

3. Приоритетными загрязняющими веществами, влияющими на качество атмосферного воздуха, являются диоксид азота, аммиак, бензин, взвешенные вещества, озон и формальдегид.

4. Вблизи автомагистралей наблюдаются превышения концентрации диоксида азота, формальдегида, фенола и окиси углерода.

5. На территориях вблизи промышленных зон – диоксида азота, формальдегида фенола и бенз(а)пирена.

Список литературы

1. Авалиани С.Л., Мишина А.Л. О гармонизации подходов к управлению качеством атмосферного воздуха // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 3. – С. 44–48.
2. Бобкова Т.С. Зонирование территории перспективной застройки с применением методологии оценки риска здоровью населения // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 38–41.
3. Влияние химического загрязнения атмосферного воздуха Москвы на здоровье населения / Н.Н. Филатов, В.М. Глиненко, С.Г. Фокин, М.В. Ефимов, В.В. Муратов, А.С. Балакирева // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 82–84.
4. ВОЗ: 80 % жителей городов мира дышат "плохим" воздухом [Электронный ресурс] // Сетевое издание «РИА Новости». – URL: <https://ria.ru/science/20160512/1431949885.html> (дата обращения: 25.10.2016).
5. О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2014 году: доклад / под ред. А.О. Кульбачевского. – М.: ДПиООС; НИА-Природа, 2015. – 384 с.
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 219 с.
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по г. Москва, 2015. – 233 с.
8. Оценка ущерба здоровью населения Москвы от воздействия взвешенных веществ в атмосферном воздухе / С.М. Новиков, А.В. Иваненко, И.Ф. Волкова, А.П. Корниенко, Н.С. Скворцова // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 41–44.
9. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, А.Л. Мишина // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 6. – С. 5–8.
10. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы [Электронный ресурс] / утв. Госкомгидрометом СССР 01.06.1989, Главным государственным санитарным врачом СССР 16.05.1989. – М., 1991. – 641 с. – URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44486/index.php (дата обращения: 20.10.2016).
11. Состояние здоровья детского населения в Москве по данным социально-гигиенического мониторинга / А.В. Иваненко, И.Ф. Волкова, А.П. Корниенко, Е.В. Судакова, Е.В. Бестужева // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 64–65.
12. Судакова Е.В. Многосредовой канцерогенный риск здоровью населения города Москвы // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – Т. 267, № 6. – С. 13–16.

13. Труд и здоровье / Н.Ф. Измеров, И.В. Бухтияров, Л.В. Прокопенко, Н.И. Измерова, Л.П. Кузьмина. – М.: ЛитТерра, 2014. – 416 с.
14. Уровни загрязнения воздуха повышаются во многих самых бедных городах мира [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-rising/ru/> (дата обращения: 25.10.2016).
15. Фокин С.Г. Оценка риска здоровью населения при проектировании транспортных потоков Москвы // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 36–38.
16. Ashmore M. R., Dimitroulopoulou C. Personal exposure of children to air pollution // *Atmospheric Environment*. – 2009. – Vol. 43. – P. 128–141.
17. EPA-454/B-13-003. QA Handbook for Air Pollution Measurement Systems [Электронный ресурс] // Ambient Air Quality Monitoring Program. – May, 2013. – Vol. II. – 348 p. – URL: <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/QA-Handbook-Vol-II.pdf> (дата обращения: 20.10.2016).
18. EPA-454/R-13-007a. National Monitoring Programs Annual Report (UATMP, NATTS, CSATAM) [Электронный ресурс] // Eastern Research Group, Inc. Morrisville, NC 27560. – August 2013. – Vol. 1: Main. – 1203 p. – URL: <https://www3.epa.gov/ttn/amtic/files/ambient/airtox/2011nmpreport.pdf> (дата обращения: 20.10.2016).
19. Potoglou D., Kanaroglou P. S. Carbon monoxide emissions from passenger vehicles: predictive mapping with an application to Hamilton, Canada // *Transportation Research Part D*. – 2005. – Vol. 10. – P. 97–109.
20. Quantifying the human health benefits of air pollution policies: Review of recent studies and new directions in accountability research / L. Bell Michelle [et. al.] // *Environmental science & policy*. – 2011. – Vol. 14. – P. 357–368.

Андреева Е.Е. Санитарно-эпидемиологическая оценка качества атмосферного воздуха г. Москвы // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 31–37. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.04

UDC 502.22: 504.5/.9"713"

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.04.eng

SANITARY-EPIDEMIOLOGICAL ASSESSMENT OF QUALITY OF ATMOSPHERIC AIR IN MOSCOW

E.E. Andreeva

Administration of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in Moscow, 4/9 Grafskiy Pereulok, Moscow, 129626, Russian Federation

The results of the comparative assessment of the sanitary and epidemiological quality of the ambient air in Moscow and the Russian Federation, that demonstrate a decrease of the air pollution level in 2014 in comparison with 2012, both in Moscow and in the Russian Federation, are presented in this study. It has been noted that most of the excess of hygienic air quality standards in the areas of Russian cities are recorded on stationary observation stations situated close to the motorway, located in residential areas, and in Moscow – in the zones of industrial enterprises' impact. It has been revealed that the tendency to the reduction of the negative impact from industrial enterprises on air pollution is registered in the whole of the Russian Federation and in Moscow. It is demonstrated that the high-priority contaminating agents, the content of which for the year 2014 in the Russian Federation exceeded the hygienic daily average standards in 5 and more times, are mainly: benzo (a) pyrene, suspended substances, sulfur dioxide, benzene, formaldehyde, nitrogen dioxide, hydrogen sulfide, etc. To assess the quality of the ambient air in Moscow, the method of "inverse distance" and inter- and extrapolation of the data obtained from the observation stations on the whole territory of Moscow has been used. The study shows that the air quality of the individual administrative districts of Moscow varies considerably, and is determined by the traffic load level as well as by the volume of emissions of the industrial enterprises and the wind rose. As high-priority contaminating agents affecting the air quality, nitrogen dioxide, ammonia, benzene, suspended substances, ozone and formaldehyde are distinguished. It is noted that close to the highway near Moscow there is an excessive concentration of nitrogen dioxide, formaldehyde, phenol, and carbon monoxide, and in areas close to industrial zones – nitrogen dioxide, phenol formaldehyde and benzo (a) pyrene.

Key words: ambient air quality, sanitary-epidemiologic evaluation, exceeding of the hygienic standards, approximation, interpolation, extrapolation, the method of «Inverse Distance», observation stations, monitoring, high-priority contaminating agents.

© Andreeva E.E., 2016

Elena E. Andreeva – Candidate of Medical Sciences, head, chief state sanitary doctor of the city of Moscow (e-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (495) 621-70-76).

References

1. Avaliani S.L., Mishina A.L. O garmonizacii podhodov k upravleniju kachestvom atmosfernogo vozduha [Harmonization of approaches to management of air quality]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitaniya*, 2011, no. 3, pp. 44–48 (in Russian).
2. Bobkova T.S. Zonirovanie territorii perspektivnoj zastroyki s primeneniem metodologii ocenki riska zdorov'ju naselenija [Future built-up area zoning by applying the methodology for assessing the population health risk]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 6, pp. 38–41 (in Russian).
3. Filatov N.N., Glinenko V.M., Fokin S.G., Efimov M.V., Muratov V.V., Balakireva A.S. Vlijanie himicheskogo zagryaznenija atmosfernogo vozduha Moskvy na zdorov'e naselenija [Impact of chemical ambient air pollution in Moscow on its population's health]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 6, pp. 82–84 (in Russian).
4. VOZ: 80 % zhitelej gorodov mira dyshat "plohim" vozduhom [WHO: 80 % of the city residents take "bad" air]. Setevoe izdanie «RIA Novosti». Available at: <https://ria.ru/science/20160512/1431949885.html> (25.10.2016) (in Russian).
5. O sostojanii okruzhajushhej sredy v gorode Moskve v 2014 godu: Doklad [On the state of environment in Moscow in 2014: report]. In: A.O. Kul'bachevskogo ed. Moscow, DPiOOS Publ.; NIA-Priroda Publ., 2015, 384 p. (in Russian).
6. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Rossijskoj Federacii v 2014 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state of the sanitary and epidemiological welfare of the Russian Federation population in 2014: State Report]. Moscow, Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka, 2015, 219 p. (in Russian).
7. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v gorode Moskve v 2014 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state of the sanitary and epidemiological welfare of the Russian Federation population in 2014: State Report]. Moscow, Upravlenie Rospotrebnadzora po g. Moskva, 2015, 233 p. (in Russian).
8. Novikov S.M., Ivanenko A.V., Volkova I.F., Kornienko A.P., Skvorcova N.S. Ocenka usherba zdorov'ju naselenija Moskvy ot vozdejstvija vzheshennyh veshhestv v atmosfernom vozduhe [Assessment of Moscow population health risk from exposure to ambient air suspended matter]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 6, pp. 41–44 (in Russian).
9. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislicin V.A., Mishina A.L. Problemy sovershenstvovaniya sistemy upravlenija kachestvom okruzhajushhej sredy na osnove analiza riska zdorov'ju naselenija [The urgent problems of the improvement of the environment management system based on the analysis of health risk assessment]. *Gigiena i sanitarija*, 2014, vol. 93, no. 6, pp. 5–8 (in Russian).
10. RD 52.04.186-89. Rukovodstvo po kontrolju zagryaznenija atmosfery [ПД 52.04.186-89. Atmosphere pollution control manual]. utv. Goskomgidrometom SSSR 01.06.1989, Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom SSSR 16.05.1989. [approved by the National committee of hydrometeorology of the USSR dd. 01.06.1989, by the Chief State Sanitary Inspector of the USSR dd. 16.05.1989]. Moscow, 1991, 641 p. Available at: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44486/index.php (20.10.2016) (in Russian).
11. Ivanenko A.V., Volkova I.F., Kornienko A.P., Sudakova E.V., Bestuzheva E.V. Sostojanie zdorov'ja det'skogo naselenija v Moskve po dannym social'no-gigienicheskogo monitoringa [Pediatric population's health in Moscow according to the data of sociohygienic monitoring]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 6, pp. 64–65 (in Russian).
12. Sudakova E.V. Mnogosredovoj kancerogennoj risk zdorov'ju naselenija goroda Moskvy [Multimedia carcinogenic health risk for the population of Moscow]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitaniya*, 2015, vol. 267, no. 6, pp. 13–16 (in Russian).
13. Izmerov N.F., Buhtijarov I.V., Prokopenko L.V., Izmerova N.I., Kuz'mina L.P. Trud i zdorov'e [Labor and health]. Moscow, LitTerra Publ., 2014, 416 p. (in Russian).
14. Urovni zagryaznenija vozduha povyshajutsja vo mnogih samyh bednyh gorodah mira [Air pollution levels rising in many of the world's poorest cities]. *World Health Organization*. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-rising/ru/> (25.10.2016) (in Russian).
15. Fokin S.G. Ocenka riska zdorov'ju naselenija pri proektirovanii transportnyh potokov Moskvy [Population health risk assessment on designing the transport streams of Moscow]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 6, pp. 36–38 (in Russian).
16. Ashmore M. R., Dimitroulopoulou C. Personal exposure of children to air pollution. *Atmospheric Environment*, 2009, vol. 43, pp. 128–141.
17. EPA-454/B-13-003. QA Handbook for Air Pollution Measurement Systems. *Ambient Air Quality Monitoring Program*, 2013, May, vol. II, 348 p. Available at: <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/QA-Handbook-Vol-II.pdf> (20.10.2016).
18. EPA-454/R-13-007a. National Monitoring Programs Annual Report (UATMP, NATTS, CSATAM). Eastern Research Group, Inc. Morrisville, NC 27560, 2013, August, vol. 1: Main, 1203 p. Available at: <https://www3.epa.gov/ttn/amtic/files/ambient/airtox/2011nmpreport.pdf> (20.10.2016).
19. Potoglou D., Kanaroglou P. S. Carbon monoxide emissions from passenger vehicles: predictive mapping with an application to Hamilton, Canada. *Transportation Research Part D*, 2005, vol. 10, pp. 97–109.
20. Michelle L. Bell [et. al]. Quantifying the human health benefits of air pollution policies: Review of recent studies and new directions in accountability research. *Environmental science & policy*, 2011, vol. 14, pp. 357–368.

Andreeva E.E. Sanitary-epidemiological assessment of quality of atmospheric air in Moscow. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 4, pp. 31–37. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.04.eng