

## ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ОТДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ГОРОДА МОСКВЫ

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве», 129626, Москва

*Проведена оценка канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения на отдельных территориях ЗАО, СЗАО и ЮВАО Москвы при воздействии атмосферных загрязнений, контролируемых различными ведомствами в рамках социально-гигиенического мониторинга. Значения хронического неканцерогенного риска здоровью населения по индексу опасности при совместном воздействии среднегодовых концентраций ведущих загрязнителей атмосферного воздуха с однонаправленным действием в зависимости от территории расположения постов контроля находятся настораживающем или высоком уровне, а при кратковременном воздействии максимальных разовых концентраций – настораживающем или допустимом уровне. Наиболее высокие значения индексов опасности определены на постах, размещенных вблизи крупных автомагистралей и промышленных объектов. По данным мониторинга всех ведомств наибольшему риску развития как хронических, так и острых неблагоприятных эффектов у населения подвержены органы дыхания за счет воздействия формальдегида, взвешенных веществ и диоксида азота. Дополнительное число общей смертности, связанное с хроническим воздействием  $PM_{10}$ , определяемых ГПБУ «Мосэкомониторинг», составляет около 1% от показателя общей смертности без учета внешних причин для населения ЗАО, СЗАО и ЮВАО. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск при воздействии среднегодовых концентраций ряда канцерогенов определен в пределах от допустимого до настораживающего уровня. Ведущий вклад в суммарный канцерогенный риск вносит формальдегид.*

**Ключевые слова:** оценка риска здоровью; атмосферный воздух; мониторинг.

**Для цитирования:** Иваненко А.В., Судакова Е.В., Скворцов С.А., Бестужева Е.В. Оценка риска здоровью населения от воздействия атмосферных загрязнений на отдельных территориях города Москвы. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(3): 206-211. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-3-206-211>

*Ivanenko A.V., Sudakova E.V., Skvortsov S.A., Bestuzheva E.V.*

### ASSESSMENT OF RISKS TO THE HEALTH OF THE POPULATION FROM AIR BORNE CONTAMINANTS IN CERTAIN AREAS OF MOSCOW (BASED ON THE FINDINGS OF ON-GOING SOCIO-HYGIENIC MONITORING)

*Center of Hygiene and Epidemiology in Moscow, Moscow, 129626, Russian Federation*

*There was executed the assessment of carcinogen and non-carcinogen risks for population health in some areas of the western, south-western and south-eastern administrative districts of Moscow under the exposure to air borne contaminants whose levels are kept track by various government agencies as part of the socio-hygienic monitoring. The value of chronic non-carcinogenic risks to the health of the population as measured according to the danger index for the combined impact of average annual concentrations of leading air borne contaminants with unidirectional impacts are at near alarming or high level depending on the location of monitoring outposts while for on-off short term exposure to maximum concentrations the impacts are at alarming or acceptable level. The highest danger indices were detected at outposts located near major motorways and industrial facilities. According to monitoring data collected by all agencies the air borne contaminants pose the highest risk to the respiratory organs due to exposure to formaldehyde, air-borne particles and nitrogen dioxide. The extra deaths resulting from chronic exposure to  $PM_{10}$  estimated by the Moscow Environmental Monitoring make up about 1% of the total mortality rate without bearing in mind of external causes for the population residing in the western, south western and south eastern administrative districts. The total individual carcinogenic risks resulting from the exposure to average annual concentration of a number of carcinogens was found to be between the acceptable and alarming levels. The leading compound contributing to the increased carcinogenic risk is formaldehyde.*

**Key words:** health risk assessment; ambient air; monitoring.

**For citation:** Ivanenko A.V., Sudakova E.V., Skvortsov S.A., Bestuzheva E.V. – Assessment of risks to the health of the population from air borne contaminants in certain areas of Moscow (based on the findings of on-going socio-hygienic monitoring). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(3): 206-211. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-3-206-211>

**For correspondence:** Ekaterina V. Sudakova, MD, postgraduate student of the A.N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, Moscow, 119992, Russian Federation, medical officer for general hygiene of the Department of the ensuring epidemiological supervision and socio-hygienic monitoring of the Centre for Hygiene and Epidemiology in Moscow. 129626, Russian Federation. E-mail: [katj\\_sudakova@mail.ru](mailto:katj_sudakova@mail.ru)

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: 3 March 2016

Accepted: 13 May 2016

**Для корреспонденции:** Судакова Екатерина Викторовна, аспирант ФГБУ «НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина» Минздрава РФ, врач по общей гигиене отдела обеспечения эпидемиологического надзора и ведения социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве». E-mail: [katj\\_sudakova@mail.ru](mailto:katj_sudakova@mail.ru)

## Введение

«Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года», утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 09.12.07 № 1351, ставит перед органами государственной власти задачу сохранения здоровья нации, увеличения продолжительности жизни, снижения уровня смертности, создания условий и формирование мотиваций для ведения здорового образа жизни и преодоления демографического спада в стране [1].

Среди многих факторов, влияющих на здоровье населения, кроме социально-экономических, большое значение имеют состояние окружающей среды, характер питания, социально-гигиенические условия труда, быта, образ жизни [1]. При этом среди причин, оказывающих негативное влияние на здоровье населения, воздействие факторов окружающей среды оценивается Всемирной организацией здравоохранения на уровне 20–25%.

Анализ вклада средовых факторов в формирование состояния окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации показывает, что наиболее часто неинфекционные заболевания (около 70%) связаны с воздействием атмосферного воздуха, загрязненного различными химическими соединениями [2].

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха Москвы является автомобильный транспорт, вклад которого в загрязнение воздуха составляет более 90%; выбросы от объектов теплоэнергетики составляют около 6%. Промышленным предприятиям принадлежит примерно 4% от суммарного объема выбросов загрязняющих веществ [3].

Контроль качества атмосферного воздуха в Москве осуществляется тремя ведомствами: ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» (далее Центр) на 44 маршрутных постах, ФГБУ «Центральное УГМС» Росгидромета на 16 стационарных постах и ГПБУ «Мосэкомониторинг» на 35 стационарных постах.

Маршрутные посты центра размещены на селитебных территориях города, наблюдения на них проводятся 1–2 раза в неделю в фиксированные для всех административных округов дни (вторник, среда) и часы (с 9.00). Обязательному контролю на всех маршрутных постах подлежат наиболее распространенные загрязнители воздуха больших городов – азота диоксид, углерода оксид, углеводороды, серы диоксид, бензол, фенол, формальдегид и взвешенные вещества. В дополнение к указанным примесям на каждой территории отбираются загрязнители, специфические для данной территории.

Сеть стационарных постов ФГБУ «Центральное УГМС» работает в режиме ручного отбора проб и дальнейшего химического анализа по полной программе. Стационарные посты ГПБУ «Мосэкомониторинг» оснащены автоматическими приборами контроля загрязнения атмосферного воздуха, работающими в непрерывном круглосуточном режиме. Стационарные посты ФГБУ «Центральное УГМС» и ГПБУ «Мосэкомониторинг» размещены на селитебных территориях города вблизи крупных автомобильных дорог и промышленных предприятий, на них анализируется в общей сложности 42 загрязняющих вещества, в том числе примеси, рекомендованные ВОЗ [4] для определения в крупных городах (например, взвешенные вещества с размером частиц меньше 10 мкм ( $PM_{10}$ ) и 2,5 мкм ( $PM_{2,5}$ )).

Целью исследования была оценка риска здоровью населения на отдельных территориях Западного, Северо-Западного и Юго-Восточного административных округов

(соответственно ЗАО, СЗАО и ЮВАО) Москвы при воздействии химических веществ, контролируемых в атмосферном воздухе всеми ведомствами в рамках социально-гигиенического мониторинга.

## Материал и методы

Для изучения качества атмосферного воздуха использовали базы данных Московского регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга, содержащие данные лабораторных исследований Центра, ФГБУ «Центральное УГМС» и ГПБУ «Мосэкомониторинг» за 2011–2013 гг. В качестве приоритетных для оценки риска химических веществ были отобраны соединения, определяемые всеми ведомствами на всех исследованных территориях, частота обнаружения которых в пробах атмосферного воздуха превышала 5% [5, 6].

Проверка распределения количественных данных проводилась с помощью статистического критерия Шапиро–Уилка [7] и его модификации (критерий Шапиро–Франча) [7]. При распределении концентраций химических веществ, статистически значимо отличающихся от нормальных, для их представления использовали медиану и максимальную концентрацию (данные центра). Для представления данных ФГБУ «Центральное УГМС» и ГПБУ «Мосэкомониторинг», имеющих в виде таблиц среднегодовых концентраций, использовали среднюю и максимальную концентрации. Проверка нулевых гипотез о равенстве медианных значений между двумя группами проводили с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни [7]. Равенство средних значений между двумя группами проверяли с помощью расчета коэффициента Стьюдента [7]. Уровень значимости, на котором проводили проверку нулевых гипотез, принимали равным 0,05. Статистический анализ данных выполнен с использованием программного обеспечения Statistica 10.

Оценка риска проведена для ингаляционного пути поступления химических веществ. В качестве реперторных точек выбраны районы округов. Для оценки канцерогенного риска использовали среднесуточные пожизненные дозы, рассчитанные для среднегодовых концентраций на уровне медианы или средних значений. При расчете среднесуточных доз использованы стандартные значения факторов экспозиции. Канцерогенная опасность изучена на основе индивидуального и популяционного канцерогенного риска. Рассчитан канцерогенный риск для каждого химического вещества и суммарный канцерогенный риск для всех химических веществ. Для оценки неканцерогенного риска использовали медианные или средние и максимальные концентрации. Оценку неканцерогенного риска проводили с учетом референтных уровней хронического (для медианных и средних концентраций) и острого (для максимальных концентраций) воздействия. Характеристику общетоксических эффектов проводили на основе коэффициентов опасности (HQ) отдельных веществ и индексов опасности (HI) для веществ с однонаправленным механизмом действия.

## Результаты и обсуждение

При анализе сведений из баз данных Московского регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга установлено, что на территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО расположено 15 маршрутных постов, 5 стационарных постов ФГБУ «Центральное УГМС» и 9 автоматических станций контроля ГПБУ «Мосэкомониторинг». Всеми ведомствами на территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО определяется 24 химических вещества: 8 хими-

ческих веществ на всех маршрутных постах Центра, от 5 до 13 химических веществ на одном стационарном посту ФГБУ «Центральное УГМС» и от 3 до 10 химических веществ на одном стационарном посту ГПБУ «Мосэкомониторинг». Частота обнаружения большинства химических веществ составляет более 5%, однако только пять веществ, которые отобраны как приоритетные для оценки риска здоровью, определяются всеми ведомствами на всех исследованных территориях (бензол, формальдегид, диоксид азота, оксид углерода, взвешенные вещества).

В приоритетный перечень вошли соединения, повсеместно распространенные в воздушной среде городов, представляющие собой потенциальный риск для здоровья населения и рекомендуемые ВОЗ для определения в крупных городах [4].

По данным Центра медианные концентрации диоксида азота за 2011–2013 гг. на всех территориях ЗАО, СЗАО и ЮВАО, где размещены маршрутные посты, превышают соответствующие гигиенические нормативы от 1,1 раза (районы ЗАО Дорогомилово, Кунцево, Очаково-Матвеевское, Тропарево-Никулино – 0,044 мг/м<sup>3</sup>, Филевский парк – 0,042 мг/м<sup>3</sup>, ЮВАО Капотня – 0,043 мг/м<sup>3</sup> и Марьино – 0,042 мг/м<sup>3</sup>) до 2,8 раза (район Нижегородский ЮВАО – 0,1135 мг/м<sup>3</sup>).

Максимальные разовые концентрации диоксида азота превышают ПДК<sub>мр</sub> только на территории районов ЮВАО: от 1,1 раза в районе Кузьминки (0,224 мг/м<sup>3</sup>) до 2,3 раза в районе Выхино-Жулебино (0,45 мг/м<sup>3</sup>).

Медианные концентрации взвешенных веществ и формальдегида превышают гигиенические нормативы также только на территории районов ЮВАО: для взвешенных веществ в 1,1 раза в районах Выхино-Жулебино и Нижегородский (0,16 мг/м<sup>3</sup> и 0,17 мг/м<sup>3</sup> соответственно), в 1,6 раза в районах Капотня, Кузьминки, Люблино, Марьино (0,24 мг/м<sup>3</sup>), в 1,9 раза в районе Лефортово (0,28 мг/м<sup>3</sup>); для формальдегида в 1,4 раза в районе Кузьминки (0,014 мг/м<sup>3</sup>) и в 1,7 раза в районе Выхино-Жулебино (0,017 мг/м<sup>3</sup>).

Максимальные разовые концентрации взвешенных веществ превышают ПДК<sub>мр</sub> в районах ЗАО Филевский парк и ЮВАО Выхино-Жулебино в 1,2 раза (0,6 мг/м<sup>3</sup>) и 2,3 раза (1,17 мг/м<sup>3</sup>) соответственно.

Максимальные разовые концентрации оксида углерода в районах ЮВАО Кузьминки и Выхино-Жулебино составили 1,8 ПДК<sub>мр</sub> (8,94 мг/м<sup>3</sup>) и 3,6 ПДК<sub>мр</sub> (18,2 мг/м<sup>3</sup>).

По данным ФГБУ «Центральное УГМС» среднегодовые концентрации диоксида азота за 2011–2013 гг. на всех территориях ЗАО, СЗАО и ЮВАО, на которых размещены стационарные посты, превышали гигиенические нормативы от 1,8 до 2,1 раза, что полностью совпадает с данными контроля на маршрутных постах Центра. Максимальные разовые концентрации диоксида азота превышали соответствующий нормативный уровень от 1,5 до 5,8 раза, что выше концентраций, полученных на маршрутных постах, приблизительно в 2 раза. Самые высокие среднегодовые и максимальные концентрации диоксида азота зафиксированы на стационарных постах, размещенных вблизи автомагистрали (район Можайский ЗАО) и промышленных зон (районы Хорошево-Мневники СЗАО и Печатники ЮВАО).

Среднегодовые концентрации формальдегида превышали ПДК<sub>сс</sub> на всех территориях ЗАО, СЗАО и ЮВАО, на которых проводили измерения указанного вещества: от 1,2 раза в районе Рязанский ЮВАО (0,0123 мг/м<sup>3</sup>) до 1,5 раза в районах Можайский ЗАО и Хорошево-Мневники СЗАО (0,015 мг/м<sup>3</sup>), в которых стационарные посты раз-

мещены вблизи автомагистрали и промышленной зоны соответственно. Максимальные концентрации формальдегида превышали ПДК<sub>мр</sub> в 1,8 раза в районе Можайский ЗАО (0,09 мг/м<sup>3</sup>), в котором стационарный пост находится вблизи крупной автомагистрали.

Максимальные разовые концентрации оксида углерода в районе ЗАО Можайский вблизи автомагистрали составили 1,6 ПДК<sub>мр</sub> (8,0 мг/м<sup>3</sup>); в районе СЗАО Хорошево-Мневники вблизи промышленной зоны – 1,8 ПДК<sub>мр</sub> (9,0 мг/м<sup>3</sup>); в районах ЮВАО Рязанский в жилетной зоне и Печатники вблизи промышленной зоны – 1,2 ПДК<sub>мр</sub> (6,0 мг/м<sup>3</sup>) и 1,4 ПДК<sub>мр</sub> (7,0 мг/м<sup>3</sup>) соответственно.

По данным ГПБУ «Мосэкомониторинг» превышение гигиенических нормативов среднегодовых за 2011–2013 гг. концентраций диоксида азота отмечалось в 1,4 раза в районе Дорогомилово ЗАО (0,0576 мг/м<sup>3</sup>), в котором стационарный пост размещен вблизи автомагистрали, и на стационарных постах, размещенных в жилых районах Рязанский ЮВАО в 1,2 раза (0,047 мг/м<sup>3</sup>) и Раменки ЗАО в 1,1 раза (0,042 мг/м<sup>3</sup>).

Превышение нормативных уровней максимальных разовых концентраций диоксида азота отмечалось на всех территориях ЗАО, СЗАО и ЮВАО, на которых размещены стационарные посты, максимально в 4 раза в районе Можайский ЗАО (0,816 мг/м<sup>3</sup>), в котором стационарный пост размещен вблизи крупной автомагистрали и промышленной зоны, за исключением района Дорогомилово, где норматив не был превышен (0,197 мг/м<sup>3</sup>).

Максимальные разовые концентрации РМ<sub>10</sub> в районе ЗАО Раменки и ЮВАО Марьино составляли 1,13 ПДК<sub>мр</sub> (0,34 мг/м<sup>3</sup>) и 2,7 ПДК<sub>мр</sub> (0,80 мг/м<sup>3</sup>), соответственно.

Максимальные концентрации оксида углерода в районах ЗАО Раменки, Можайский, Тропарево-Никулино составляли 1,1 ПДК<sub>мр</sub> (5,5 мг/м<sup>3</sup>), 1,4 ПДК<sub>мр</sub> (6,9 мг/м<sup>3</sup>), 1,5 ПДК<sub>мр</sub> (7,6 мг/м<sup>3</sup>) соответственно; в районе СЗАО Северное Тушино – 2,1 ПДК<sub>мр</sub> (10,6 мг/м<sup>3</sup>); районах ЮВАО Марьино, Рязанский, Люблино – 1,4 ПДК<sub>мр</sub> (7,1 мг/м<sup>3</sup>), 1,6 ПДК<sub>мр</sub> (8,1 мг/м<sup>3</sup>), 3,3 ПДК<sub>мр</sub> (16,4 мг/м<sup>3</sup>) соответственно.

Для расчетов риска был проведен анализ различий измеряемых концентраций приоритетных химических веществ по отдельным территориям ЗАО, СЗАО и ЮВАО. В случае наличия достоверных различий ( $p < 0,05$ ) между измеряемыми концентрациями на отдельных территориях одного округа риск рассчитывали по районам округов, в противном случае – для округа в целом. Таким образом, неканцерогенный риск от воздействия диоксида азота, оксида углерода и взвешенных веществ по данным Центра и ГПБУ «Мосэкомониторинг» рассчитан по отдельным районам округов; по данным ФГБУ «Центральное УГМС» – в целом по ЗАО, СЗАО и ЮВАО для взвешенных веществ. Риск от воздействия бензола и формальдегида по данным Центра рассчитан по ЗАО и СЗАО в целом и районам ЮВАО. По данным ФГБУ «Центральное УГМС» бензол и формальдегид на территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО измерялись только в одной точке в каждом округе по данным ГПБУ «Мосэкомониторинг» – только на территории ЗАО, в связи с чем риск рассчитан для округа в целом.

В районах, где отсутствуют точки контроля, для расчетов риска использовали «условную среднюю концентрацию», которую рассчитывали как среднюю из концентраций веществ, измеряемых в других районах округа с учетом проведения исследований одной организацией.

По данным Центра коэффициенты опасности формальдегида, диоксида азота и взвешенных веществ, рассчитанные на уровне медианных концентраций, находятся



настораживающем уровне риска [8] в большинстве изученных территорий. В ЮВАО коэффициенты опасности формальдегида в районах Выхино-Жулебино, Кузьминки, Нижегородский, Рязанский, Текстильщики, Печатники, Южнопортовый и взвешенных веществ на всех территориях округа находятся на высоком уровне риска (от 3,3 в районе Южнопортовый до 5,7 в районе Выхино-Жулебино для формальдегида и от 4,0 в районе Выхино-Жулебино до 7,0 в районе Лефортово для взвешенных веществ); в районе Лефортово коэффициенты опасности диоксида азота находились на верхней границе допустимого уровня риска (0,9).

Коэффициенты опасности бензола и взвешенных веществ, рассчитанные на уровне максимальных концентраций, в районе Марьино ЮВАО для бензола (1,5) и в районах ЗАО и ЮВАО для взвешенных веществ (от 1,2 в районе Люблино ЮВАО до 2,0 в районе Филевский парк ЗАО) находились настораживающем уровне риска. Коэффициенты опасности взвешенных веществ в районе Выхино-Жулебино ЮВАО зафиксированы на высоком уровне риска (3,9), в районах СЗАО – на верхней границе допустимого уровня (от 0,8 в районе Митино до 1,0 в районах Хорошово-Мневники и Покровское-Стрешнево).

По данным ФГБУ «Центральное УГМС», коэффициенты опасности формальдегида, рассчитанные на уровне медианных концентраций, на всех исследованных территориях находились на высоком уровне риска (от 4,1 в районе ЮВАО до 5,0 в районах СЗАО). Коэффициенты опасности диоксида азота в ЗАО, СЗАО и ЮВАО находились настораживающем уровне (от 1,5 в районах ЮВАО до 2,1 в районах ЗАО), кроме района Рязанский ЮВАО, в котором коэффициент опасности определялся на верхней границе допустимого уровня (0,9).

Коэффициенты опасности, рассчитанные на уровне максимальных концентраций, бензола и взвешенных веществ в ЗАО и ЮВАО, а также формальдегида в ЗАО находились настораживающем уровне риска (от 1,1 в районах ЗАО до 1,3 в районах ЮВАО для бензола; от 1,3 в районе Рязанский ЮВАО до 1,7 в районе Печатники ЮВАО для взвешенных веществ и 1,9 в районах ЗАО для формальдегида).

По данным ГПБУ «Мосэкомониторинг» коэффициенты опасности формальдегида и диоксида азота, рассчитанные на уровне медианных концентраций, на всех территориях ЗАО для формальдегида (1,8) и в районах Раменки ЗАО, Рязанский ЮВАО, Дорогомилово ЗАО для диоксида азота (1,1, 1,2, 1,4, соответственно) находились настораживающем уровне риска.

Коэффициенты опасности, рассчитанные на уровне максимальных концентраций, диоксида азота в районах Рязанский ЮВАО (1,1) и Можайский ЗАО (1,7) и взвешенных веществ в районах ЗАО (2,2) находились настораживающем уровне риска. Коэффициенты опасности взвешенных веществ в районах ЮВАО (5,3) находились на высоком уровне риска. Коэффициенты опасности формальдегида в районах ЗАО находились на верхней границе допустимого уровня (1,0).

Индексы опасности, рассчитанных на уровне медианных концентраций по данным Центра для химических веществ, влияющих на органы дыхания при ингаляционном пути поступления из атмосферного воздуха на всех территориях ЮВАО находились на высоком уровне [8] (от 9,6 в районе Лефортово до 13,4 в районе Кузьминки), в районах ЗАО и СЗАО – настораживающем уровне (от 4,3 в районах Дорогомилово и Кунцево ЗАО до 5,8 в районах Очаково-Матвеевское и Тропарево-Никулино ЗАО).

Ведущее место по влиянию на органы дыхания в районах ЗАО и ЮВАО принадлежит взвешенным веществам и формальдегиду, в районах СЗАО – диоксиду азота и формальдегиду.

Для химических веществ, влияющих на кровь и иммунную систему в районах ЮВАО Нижегородский, Рязанский, Выхино-Жулебино, Кузьминки, Текстильщики, Печатники, Южнопортовый значения индексов опасности находились настораживающем уровне риска (от 3,4 в районах Нижегородский, Рязанский, Текстильщики, Печатники, Южнопортовый до 5,7 в районе Выхино-Жулебино); в районах ЮВАО Лефортово, Капотня, Марьино, Люблино, районах ЗАО и СЗАО – на допустимом уровне (от 1,3 в районе Филевский парк ЗАО и Капотня ЮВАО до 2,8 в районах Марьино, Люблино ЮВАО). На всех территориях ведущее место по влиянию на кровь принадлежит диоксиду азота, на иммунную систему – формальдегиду.

Значения индексов опасности по влиянию на ЦНС, процессы развития, сердечно-сосудистую и репродуктивную системы находились на допустимом и минимальном уровнях риска.

Индексы опасности, отражающие риск острого воздействия, рассчитанные на уровне максимальных разовых концентраций для химических веществ, влияющих на ЦНС, кровь, процессы развития, иммунную, сердечно-сосудистую и репродуктивную системы находились на допустимом уровне риска на всех исследованных территориях. Индексы опасности химических веществ, оказывающих влияние на органы дыхания, в районе Выхино-Жулебино ЮВАО находились настораживающем уровне (5,6), в остальных районах ЮВАО, районах ЗАО и СЗАО – на допустимом уровне (от 1,2 в районе Митино СЗАО до 2,7 в районе Филевский парк ЗАО).

По данным ФГБУ «Центральное УГМС», индексы опасности, рассчитанные на уровне среднегодовых концентраций для химических веществ, влияющих на органы дыхания в районах ЗАО, СЗАО и районе Печатники ЮВАО находились на высоком уровне риска (от 6,3 в районе Печатники ЮВАО до 7,2 в районах ЗАО); в остальных районах ЮВАО – настораживающем уровне (от 5,2 в районе Рязанский до 5,7 в районах Лефортово, Нижегородский, Капотня, Выхино-Жулебино, Кузьминки, Текстильщики, Марьино, Люблино, Южнопортовый). Ведущее место по влиянию на органы дыхания на всех исследованных территориях принадлежит формальдегиду.

Для химических веществ, влияющих на кровь, в районах ЗАО и районе Печатники ЮВАО (от 3,3 в районе Печатники ЮВАО до 3,4 в районах ЗАО), а также иммунную систему в ЗАО, СЗАО и ЮВАО (от 4,7 в районах ЮВАО до 5,5 в районах ЗАО и СЗАО) значения индексов опасности находились настораживающем уровне риска. На всех территориях ведущее место по влиянию на кровь принадлежит диоксиду азота, на иммунную систему – формальдегиду.

Значения индексов опасности по влиянию на ЦНС, процессы развития, сердечно-сосудистую и репродуктивную системы находились на допустимом и минимальном уровнях риска.

Индексы опасности, рассчитанные на уровне максимальных концентраций для химических веществ, влияющих на ЦНС, кровь, процессы развития, иммунную, сердечно-сосудистую и репродуктивную системы, находились на допустимом уровне риска на всех исследованных территориях. Индексы опасности химических веществ, оказывающих влияние на органы дыхания, в районах ЗАО и большинстве районов ЮВАО находились

настораживающем уровне (от 3,1 в районах ЮВАО до 3,8 в районах ЗАО), в районе Рязанский ЮВАО и районах СЗАО – на допустимом уровне риска (от 2,5 в районах Рязанский ЮВАО и Северное Тушино СЗАО до 2,6 в районах СЗАО).

По данным ГПБУ «Мосэкомониторинг» индексы опасности, рассчитанные на уровне как среднегодовых, так и максимальных разовых концентраций для химических веществ, влияющих на ЦНС, процессы развития, сердечно-сосудистую и репродуктивную системы, находились на минимальном уровне риска; на кровь и иммунную систему – на допустимом уровне.

Индексы опасности хронического действия химических веществ, оказывающих влияние на органы дыхания, рассчитанные на основе среднегодовых концентраций, в большинстве районов ЗАО находились на настораживающем уровне (от 3,2 в районах Крылатское, Кунцево, Филевский парк, Фили-Давыдково, Ново-Переделкино, Проспект Вернадского, Солнцево, Очаково-Матвеевское, Тропарево-Никулино до 3,6 в районе Дорогомилово), в районе Можайский ЗАО, районах СЗАО и ЮВАО – на допустимом уровне риска (от 0,9 в районах СЗАО до 2,9 в районе Можайский ЗАО). Ведущее место по влиянию на органы дыхания на территориях ЗАО, где проводят измерения всех химических веществ, влияющих на органы дыхания, принадлежит формальдегиду.

На уровне максимальных разовых концентраций значения индексов опасности по влиянию на органы дыхания в районах СЗАО находились на минимальном уровне риска (0,4), в районах ЗАО – на настораживающем уровне (от 3,6 в районе Дорогомилово до 4,9 в районе Можайский), в районах ЮВАО – на высоком уровне (от 6,2 в районе Люблино до 6,4 в районе Рязанский).

Проведена оценка неблагоприятных эффектов, связанных с воздействием  $PM_{10}$ , полученных на основании данных о качестве атмосферного воздуха, представляемых ГПБУ «Мосэкомониторинг». Дополнительные показатели общей смертности, связанные с хроническим воздействием  $PM_{10}$ , определены от 77,1 случая смерти в год (5,8 на 100 тыс. населения) в районах ЗАО до 104,9 случая смерти в год (7,8 на 100 тыс. населения) в районах ЮВАО, что составляет около 1% от показателя общей смертности без учета внешних причин.

Среди химических веществ, контролируемых в атмосферном воздухе Москвы, к приоритетным канцерогенам отнесены бензол и формальдегид.

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск при поступлении бензола и формальдегида из атмосферного воздуха на уровне медианных концентраций, по данным Центра в ЗАО и СЗАО находится на допустимом уровне [8] (от  $7,0 \cdot 10^{-5}$  в районах СЗАО до  $6,7 \cdot 10^{-5}$  в районах ЗАО), в ЮВАО – на настораживающем уровне (от  $2,2 \cdot 10^{-4}$  в районе Выхино-Жулебино до  $1,2 \cdot 10^{-4}$  в районе Люблино). По данным ФГБУ «Центральное УГМС» суммарный индивидуальный канцерогенный риск во всех исследованных округах находился на настораживающем уровне (от  $3,1 \cdot 10^{-4}$  в районах ЗАО до  $2,9 \cdot 10^{-4}$  в районах ЮВАО). По данным ГПБУ «Мосэкомониторинг» суммарный индивидуальный канцерогенный риск в ЗАО определяется на верхней границе допустимого уровня ( $9,9 \cdot 10^{-5}$ ).

Ведущее место среди канцерогенов, поступающих ингаляционным путем на уровне средней экспозиции, принадлежит формальдегиду по данным всех трех ведомств (от 82,0 до 94,5% по данным Центра; от 55,2 до 61,3% по данным ФГБУ «Центральное УГМС»; 68,7% по данным ГПБУ «Мосэкомониторинг»).

Популяционный канцерогенный риск для всего населения отдельных районов ЗАО, СЗАО и ЮВАО составляет от 2,0 дополнительных случаев онкологических заболеваний в течение 70 лет в районе Куркино СЗАО до 48,1 в районе Выхино-Жулебино ЮВАО по данным Центра; от 8,6 в районе Куркино СЗАО до 72,6 в районе Марьино ЮВАО по данным ФГБУ «Центральное УГМС» и от 6,2 в районе Проспект Вернадского ЗАО до 14,5 в районе Кунцево ЗАО по данным ГПБУ «Мосэкомониторинг».

## Заключение

Таким образом, среди химических соединений, контролируемых различными ведомствами в рамках социально-гигиенического мониторинга в атмосферном воздухе ЗАО, СЗАО и ЮВАО Москвы, определены приоритетные для оценки риска здоровью населения вещества: бензол, формальдегид, диоксид азота, оксид углерода, взвешенные вещества.

По данным всех ведомств, наибольшему риску развития неблагоприятных эффектов у населения изученных территорий при воздействии химических веществ из атмосферного воздуха ингаляционным путем подвержены органы дыхания за счет воздействия формальдегида, взвешенных веществ и диоксида азота, находящихся на уровне как средних, так и максимальных концентраций. Значения неканцерогенного риска здоровью населения при воздействии средних концентраций приоритетных веществ находятся на настораживающем или высоком уровне риска, при воздействии максимальных концентраций – на настораживающем или допустимом уровне риска. Самые высокие значения индексов опасности определены на постах, размещенных вблизи крупных автомагистралей и промышленных объектов. В жилых районах города максимальные значения индексов опасности определены в районах ЮВАО.

Дополнительное число общей смертности, связанное с хроническим воздействием  $PM_{10}$ , определяемых ГПБУ «Мосэкомониторинг», составляет около 1% от показателя общей смертности без учета внешних причин для населения ЗАО, СЗАО и ЮВАО.

Значения суммарного канцерогенного риска здоровью населения изученных территорий города по данным трех ведомств, осуществляющих мониторинг атмосферного воздуха, при воздействии среднегодовых концентраций канцерогеноопасных соединений определяются от допустимого до настораживающего уровня. Ведущее место среди канцерогенов, поступающих на уровне среднегодовой экспозиции по данным трех ведомств, принадлежит формальдегиду.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при совершенствовании системы мониторинга атмосферного воздуха в Москве.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

1. Онищенко Г.Г. О санитарно-эпидемиологическом состоянии окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2013; 92(2): 4–10.
2. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(5): 5–9.
3. Кульбачевский А.О., ред. *Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2013 году*. М.: ЛАРК ЛТД; 2014.
4. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. *Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия, №85*. Available at: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0011/119675/E67902R.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/119675/E67902R.pdf)

- Р 2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска здоровья населения при воздействии химических веществ загрязняющих окружающую среду. М.; 2004.
- Рахманин Ю.А., Онищенко Г.Г., ред. *Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду*. М.: НИИ ЭЧ и ГОС; 2002.
- Кобзарь А.И. *Прикладная математическая статистика*. М.: Физматлит; 2006.
- Авалиани С.Л., Новиков С.М. Шашина Т.А., Кислицин В.А., Скворцова Н.С. Развитие методологии оценки риска с учетом гармонизации с международными требованиями. В кн.: Опыт использования методологии оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ангарск: РИО АТА; 2012: 12–6.
- Moskve v 2013 godu]. Moscow: LARK LTD; 2014. (in Russian)
- Monitoring ambient air quality for health impact assessment. WHO regional publications. European series, No. 85. Available at: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/107332/1/E67902.pdf>
- R 2.1.10.1920–04. Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals Moscow; 2004 (in Russian).
- Rakhmanin Yu.A., Onishchenko G.G., eds. *Fundamentals of Public Health Risk Assessment from Exposure to Chemical Pollutions [Osnovy otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu]*. Moscow: NII ECh i GOS; 2002. (in Russian)
- Kobzar' A.I. *Applied Mathematical Statistic [Prikladnaya matematicheskaya statistika]*. Moscow: Fizmatlit; 2006. (in Russian)
- Avaliani S.L., Novikov S.M. Shashina T.A., Kislitsin V.A., Skvortsova N.S. Developing a Methodology for Risk Assessment, Taking into Account International Requirements. In: *Experience in Using the Methodology for Assessing the Risks to the Population to Ensure Sanitary and Epidemiological Safety. Materials of the Russian National Applied Science Conference with International Participation [Opyt ispol'zovaniya metodologii otsenki riska zdorov'yu naseleniya dlya obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem]*. Angarsk: RIO ATA; 2012. (in Russian)

Поступила 03.03.2016

Принята к печати 13.05.16

## References

- Onishchenko G.G. On the sanitary and hygienic state of the environment. *Gigiena i sanitariya*. 2013; 92(2): 4–10. (in Russian)
- Rakhmanin Yu.A., Mikhaylova R.I. Health, Safety and Environment: Preventive Healthcare Priorities. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93(5): 5–9. (in Russian)
- Kul'bachevskiy A.O., eds. *Report on the State of the Environment in Moscow in 2013 [Doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy v gorode*

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.876:546.296

Охрименко С.Е.<sup>1</sup>, Коренков И.П.<sup>2</sup>, Микляев П.С.<sup>3</sup>, Прохоров Н.И.<sup>4</sup>, Вербова Л.Ф.<sup>1</sup>, Орлов Ю.В.<sup>2</sup>, Петрова Т.Б.<sup>4</sup>, Лашёнова Т.Н.<sup>2,6</sup>, Аكوпова Н.А.<sup>1</sup>, Киселёв С.М.<sup>2</sup>

## РАНЖИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ МОСКВЫ ПО ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ РАДОНОВОЙ ОПАСНОСТИ

<sup>1</sup> ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного образования Минздрава России, 125993, Москва;

<sup>2</sup> ФГБУ ГНЦ Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123098, Москва;

<sup>3</sup> ФГБУН Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук, 101000, Москва;

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России, 119991, Москва;

<sup>5</sup> ФГБОУ ВО Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, кафедра радиохимии, 119991, Москва;

<sup>6</sup> ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов Минобрнауки России, 125993, Москва

*Цель работы:* выявление и гигиеническая оценка основных источников природного облучения населения Москвы. Ранжирование территории города по потенциальной радоноопасности. Разработка критериев радоноопасности территории.

**Материалы и методы.** Приведены материалы радиационного контроля территории города ( $\gamma$ -спектрометрия, определение активности природных радионуклидов, в том числе в пробах почвы и литологических слоёв, плотности потока радона из грунта), обследования жилых и общественных зданий различного назначения по содержанию эквивалентной равновесной объёмной активности радона (ЭРОА радона).

**Результаты.** Приведен анализ материалов по результатам радиационного контроля (активности  $^{226}\text{Ra}$  в различных типах грунтов, уровням плотности потока радона из грунта, содержанию радона во вновь строящихся и эксплуатируемых зданиях, помещениях различного назначения) по административным округам Москвы. Выполнено сопоставление пространственного распределения полей плотности потока радона (ППР) и значений ЭРОА радона в подвальных и жилых помещениях зданий, превышающих 200 Бк/м<sup>3</sup>. Проведён анализ критериев радоноопасности территорий.

**Выводы.** Обоснованы критерии ранжирования потенциальной радоноопасности территории по следующим показателям: содержанию  $^{226}\text{Ra}$  в грунтах, ППР на поверхности грунта, ЭРОА радона в помещениях, годовой дозе облучения. Проведенные многолетние исследования позволили ранжировать территорию Москвы на различные зоны радоноопасности и выделить наиболее опасные районы (ЮВАО, ЮАО, ЗАО). Получена карта взаимосвязи пространственного распределения аномальных ППР с поверхности грунта и повышенных значений ЭРОА в помещениях. Ранжирование территорий по радоноопасности позволяет существенно оптимизировать систему радиационного контроля и мероприятий по радиационной защите населения.

**Ключевые слова:** природные радионуклиды радона; плотность потока радона; грунты; удельная активность; районирование; ранжирование; доза облучения.

**Для цитирования:** Охрименко С.Е., Коренков И.П., Микляев П.С., Прохоров Н.И., Вербова Л.Ф., Орлов Ю.В., Петрова Т.Б., Лашёнова Т.Н., Аكوпова Н.А., Киселёв С.М. Ранжирование территории г. Москвы по потенциальной радоновой опасности. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(3): 211–216. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-3-211-216>

**Для корреспонденции:** Охрименко Сергей Евгеньевич, доц. каф. радиационной гигиены ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования Минздрава России, 125993, Москва. E-mail: ooniii@mail.ru