

# ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

УДК 614.7

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01

Читать  
онлайн



## ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ КАК ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ И КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ»

А.Ю. Попова<sup>1,3</sup>, Н.В. Зайцева<sup>2</sup>, И.В. Май<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Россия, 127994, г. Москва, Вадковский переулок, 1/8, стр. 5,7

<sup>2</sup>Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, Пермь, ул. Монастырская, 82

<sup>3</sup>Российская медицинская академия постдипломного образования, Россия, 123995, г. Москва, ул. Баррикадная, 2/1

*На примере ряда городов, включенных в качестве приоритетных в федеральный проект «Чистый воздух» (Братск, Красноярск, Норильск, Чита), показано, что ориентация исключительно на снижение валового выброса загрязняющих веществ как критерия эффективности воздухоохраных мероприятий проекта недостаточна. Расчеты риска для здоровья, сопоставительный анализ результатов оценки риска с данными медицинской статистики обращаемости населения за медицинской помощью и с итогами углубленных направленных обследований показали, что медико-демографические потери (дополнительная смертность и заболеваемость населения) формируются значительным числом химических примесей, в том числе теми, в отношении которых не предусматриваются мероприятия по снижению. Как следствие, реализация воздухоохраных мероприятий не всегда сопровождается адекватным улучшением санитарно-гигиенической и медико-демографической ситуаций. Остаточные риски для здоровья сохраняются на высоком уровне.*

*Показано, что важными аспектами развития и детализации комплексных региональных планов действий в рамках проекта «Чистый воздух» остаются: необходимость постоянного и полного информирования широкого круга лиц, принимающих решения в сфере охраны атмосферного воздуха, об опасном влиянии конкретных компонентов выбросов на здоровье населения и реальных медико-демографических потерях территорий; оценка и обсуждение с хозяйствующими субъектами технической достижимости рекомендуемых уровней с целью выработки оптимальных решений по направленности и срочности конкретных мероприятий; интеграция оценок эффективности воздухоохраных мероприятий с перспективными планировочными и градостроительными решениями на территориях, включение в региональные планы действий системы компенсационных мероприятий медико-профилактического характера до момента достижения приемлемых рисков для здоровья населения.*

**Ключевые слова:** федеральный проект «Чистый воздух», санитарно-гигиеническая ситуация, загрязнение атмосферного воздуха, риск, здоровье населения.

Стратегические документы государства, включая Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г.<sup>1,2</sup>, в качестве первых и, очевидно, важнейших ставят цели медико-демографического

© Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В., 2019

**Попова Анна Юрьевна** – доктор медицинских наук, профессор, руководитель, заведующий кафедрой организации санитарно-эпидемиологической службы (e-mail: rmaro@rmaro.ru; тел.: 8 (499) 458-95-63; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4315-5307>).

**Зайцева Нина Владимировна** – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель (e-mail: znv@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 233-11-25; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2356-1145>).

**Май Ирина Владиславовна** – доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по научной работе (e-mail: may@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-47; ORCID <http://orcid.org/0000-0003-0976-7016>).

<sup>1</sup> О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (вместе с «Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года»): Распоряжение Правительства РФ № 1662-р от 17.11.2008 г. (ред. от 28.09.2018 г.) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82134/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/) (дата обращения: 13.09.2019).

<sup>2</sup> О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. [Электронный ресурс] // Гарант. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/> (дата обращения: 13.09.2019).

характера: повышение продолжительности жизни населения, увеличение его численности, снижение смертности трудоспособного населения от болезней сердечно-сосудистой системы, злокачественных новообразований и т.п. Выбор приоритетов неслучаен: неблагоприятные демографические тенденции неизбежно оказывают негативное влияние на позиции России в мире, усиливают отставание от технологических лидеров, препятствуют повышению уровня и качества жизни [1, 2].

Необходимую позитивную динамику показателей продолжительности жизни населения, снижения смертности и заболеваемости предполагается достичь через реализацию мероприятий национальных проектов, включая национальный проект «Экология». Проект не ставит прямых задач, связанных со снижением рисков для здоровья населения, улучшением медико-демографических показателей или комфортности проживания граждан<sup>2</sup>. Исполнителей проекта ориентируют на общее сокращение негативного техногенного воздействия на окружающую среду. Так, рамках федерального проекта «Чистый воздух»<sup>3</sup> (составная часть национального проекта) ставится в качестве ключевой задачи «...снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе уменьшение не менее чем на 20 процентов совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в наиболее загрязненных городах».

Определены приоритетные территории, на которых проблемы загрязнения воздуха стоят наиболее остро: Братск, Красноярск, Норильск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Омск, Челябинск, Череповец, Чита. В перечисленных городах проживает порядка 6,4 млн человек. Все территории характеризуются высоким или повышенным уровнем загрязнения атмосферы.

На примере 12 приоритетных городов планируется отработать подходы к оптимальному планированию и реализации воздухоохраных мероприятий, достичь кардинального улучшения ситуации. Если эти подходы будут признаны эффективными, они могут быть тиражированы на другие территории страны<sup>4</sup>.

Снижение валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу как средство сохранения естественного химического состава воздуха или теплового баланса атмосферы, несомненно, – важнейшая задача. Однако она представляется вторичной по отношению к сокращению негативного воздействия на здоровье населения, особенно на густонаселен-

ных территориях, к которым относятся городские поселения.

О вредном влиянии загрязнения атмосферного воздуха на смертность и заболеваемость населения свидетельствуют результаты многолетних масштабных исследований, в том числе признанных на уровне Всемирной организации здравоохранения. Релевантными научными источниками подтверждено формирование дополнительных случаев смерти среди населения по причине болезней органов дыхания и сердечно-сосудистой системы при загрязнении атмосферного воздуха мелкодисперсной пылью [3–5], диоксидом серы [6]. Поступающие со вдыхаемым воздухом бенз(а)пирен, бензол, соединения хрома, свинца, никеля, кадмия, мышьяка, полициклические углеводороды формируют дополнительные онкологические заболевания [7–9]. Заболевания различной тяжести органов дыхания формируются под воздействием повышенных уровней диоксида азота, хлористого водорода, дигидросульфида, аммиака, толуола, ксилола, фенола и целого ряда иных примесей [10–16].

По результатам макроанализа в Российской Федерации только в 2018 г. число дополнительных случаев смерти от причин, связанных с загрязнением атмосферного воздуха (болезни органов дыхания, злокачественные новообразования и др.), вероятно составило порядка 2,4 тысячи случаев. Около 863,55 тысячи случаев заболеваний детского и взрослого населения болезнями органов дыхания, системы кровообращения, костно-мышечной системы и соединительной ткани, крови, кроветворных органов и отдельными нарушениями, вовлекающими иммунный механизм, нервной системы, эндокринной системы, органов пищеварения и новообразованиями было вероятно обусловлено воздействием загрязненного атмосферного воздуха<sup>5</sup>.

В постановке, когда критерием оценки результативности и эффективности планов действий проекта «Чистый воздух» является здоровье населения, перечень и параметры воздухоохраных мероприятий должны иметь строгую направленность и обоснованность. Сокращение валового выброса на заданную величину без учета реальной опасности тех или иных компонентов для жизни и здоровья жителей далеко не всегда может существенно улучшить условия жизни населения, обеспечить нормативную санитарно-гигиеническую ситуацию [17].

Поскольку планы проекта не являются «мертвыми», подлежат корректировке, уточнению и дополнению, видится крайне актуальным иметь представление об алгоритмах и методах оценки результативности

<sup>3</sup> Паспорт нацпроекта «Экология» / утверждён 24.12.2018 [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2018/05/08/president-ukaz204-site-dok.html> (дата обращения: 02.10.2019).

<sup>4</sup> Паспорт федерального проекта «Чистый воздух» [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2018/05/08/president-ukaz204-site-dok.html> (дата обращения: 02.10.2019).

<sup>5</sup> О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 г: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии, 2018. – 246 с.

и эффективности предложенных мероприятий по медико-демографическим критериям, не исключая оценок значимости мероприятий с позиций экологических, технических и/или технологических критериев.

**Цель настоящего исследования** состояла в отработке механизма оценки достаточности и эффективности мероприятий проекта «Чистый воздух» по критериям здоровья населения<sup>6</sup>.

**Материалы и методы.** Цель исследования достигали путем последовательного решения следующих задач, складывающихся в общий алгоритм:

– оценка качества атмосферного воздуха в местах постоянного проживания населения в приоритетных городах;

– оценка рисков для здоровья населения;

– дефрагментация непримлемых рисков с оценкой вкладов отдельных загрязняющих веществ в уровень сложившихся рисков;

– сопоставление уровней рисков с показателями заболеваемости населения для анализа адекватности оценок рисков реальной медико-демографической ситуации на территории;

– анализ региональных комплексных планов воздухоохраняющих мероприятий с позиций соответствия ожидаемого эффекта структуре факторов рисков;

– разработка рекомендаций по совершенствованию системы мероприятий проекта «Чистый воздух».

Алгоритм отработывали на примере городов Красноярск, Норильск, Братск, Чита. В качестве базового методического инструментария оценки достаточности и эффективности мероприятий использована методология оценки риска для здоровья населения, дополненная сопоставительным анализом результатов с данными медицинской статистики и специальных исследований.

Информационной основой для оценки экспозиции населения явились результаты многолетних наблюдений за качеством воздуха на стационарных постах сети государственного экологического мониторинга Росгидромета и постах системы социально-гигиенического мониторинга Роспотребнадзора.

Пожизненный канцерогенный риск рассчитывали, принимая в качестве уровня загрязнения верхнюю 95%-ную границу среднегодовалой (2014–2018 гг.) концентрации конкретной примеси, измеряемой на постах наблюдения в городе. Неканцерогенный риск рассчитывали по таким же исходным данным, но выражали риск через коэффициенты и индексы опасности (Hazard Index – *HI*)<sup>7</sup>.

При получении уровней риска для здоровья, которые характеризовались как «непримлемые»,

выполняли дефрагментацию рисков с оценкой вкладов отдельных веществ в общий уровень риска. Цель такой дефрагментации состояла в выделении веществ, которые вносят наиболее значимые вклады в риски и снижение приземных концентраций которых может дать наиболее выраженные эффекты в отношении здоровья населения.

Рассчитанные уровни риска сопоставляли с данными по уровням смертности и заболеваемости населения, представленными в официальной медицинской статистике<sup>8</sup>, и с результатами специальных углубленных исследований на выбранных территориях.

Содержание природоохраняющих мероприятий в регионах оценивали по «Комплексным планам мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ...» в регионах, утвержденных заместителем председателя правительства Российской Федерации 28.12.2018 г.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ результатов многолетних инструментальных измерений в рамках экологического мониторинга Росгидромета и в рамках системы социально-гигиенического мониторинга, проводимого органами Роспотребнадзора, показал, что спектр химических примесей, которые регистрируются в местах постоянного проживания населения в изучаемых городах, достаточно широк. Так, в г. Братске в значимых концентрациях регистрируется 29 химических примесей, ряд из них на уровнях, превышающих гигиенические нормативы. Семь веществ обладают канцерогенным потенциалом (бенз(а)пирен, бензол, соединения никеля, свинца, хрома, формальдегид, этилбензол).

В Красноярске перечень регистрируемых инструментальными методами загрязняющих воздух веществ еще более велик – 37 веществ, из которых пять примесей обладают канцерогенными свойствами. В Норильске измеряется и регистрируется органами Росгидромета и Роспотребнадзора 15 веществ; в Чите – 21 нормируемая примесь.

Практически все измеряемые примеси характеризуются доказанными негативными эффектами в отношении здоровья населения при кратковременном и/или длительном воздействии.

В качестве примера в табл. 1 приведены среднегодовые концентрации химических веществ, зафиксированные в ходе наблюдений 2014–2018 гг. в г. Братске. Приведены критерии воздействия (референтные концентрации, *RfC*), при превышении которых вероятны негативные эффекты для здоровья человека, и поражаемые органы и системы, нарушение функций которых можно ожидать в условиях экспозиции населения.

<sup>6</sup> Экономические аспекты мероприятий не рассматривались в данном исследовании, равно как и оценка соответствия мероприятий параметрам наилучших достижимых технологий.

<sup>7</sup> Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2004. – 143 с.

<sup>8</sup> Сборники Департамента мониторинга, анализа, и стратегического развития здравоохранения Министерства здравоохранения Российской Федерации, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Таблица 1

Концентрации веществ с доказанным негативным эффектом для здоровья при длительном воздействии, зафиксированные на постах наблюдения сетей экологического и социально-гигиенического мониторинга в г. Братске за период 2014–2018 гг.

Вещество	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>			Поражаемые органы и системы
	средне-многолетняя	95 %-ная доверительная граница	RfC	
Азота диоксид	0,0408	0,0512	0,040	Органы дыхания, кровь
Азота оксид	0,060	0,078	0,060	Органы дыхания
Бенз(а)пирен	2,0E-06	4,1E-06	1,0E-06	Органы дыхания, иммунная система, система развития
Бензол	0,036	0,053	0,030	Органы дыхания, системы развития, кровь, иммунная система, центральная нервная система, репродуктивная система, сердечно-сосудистая система
Взвешенные вещества	0,086	0,148	0,075	Органы дыхания, смертность
Гидроксибензол (фенол)	0,064	0,095	0,006	Сердечно-сосудистая система, почки, центральная нервная система, органы дыхания
Дигидросульфид (сероводород)	0,002	0,004	0,002	Органы дыхания
Диметилбензол (ксилол)	0,06	0,08	0,1	Центральная нервная система, органы дыхания, почки, печень
Метилбензол (толуол)	0,03	0,05	0,4	Центральная нервная система, органы дыхания, система развития
Серы диоксид	0,03	0,081	0,05	Органы дыхания, смертность
Сероуглерод	0,15	0,7	0,7	Центральная нервная система, система развития
Углерода оксид	1,8	2,5	3,0	Кровь, сердечно-сосудистая система, система развития, центральная нервная система
Формальдегид	0,0032	0,005	0,003	Органы дыхания, глаза, иммунная система
Фториды неорганические плохо растворимые	0,018	0,038	0,013	Костная система, органы дыхания
Фтористые газообразные соединения	0,021	0,048	0,03	Костная система, органы дыхания
Соединения алюминия		0,005	0,005	Органы дыхания, масса тела
Метилмеркаптан	0,0006	0,00012	0,001	Органы дыхания, центральная нервная система
Свинец	3,2E-06	4,2E-06	5,0E-05	Центральная нервная система, кровь, система развития, репродуктивная система, гормональная система, почки
Марганец	2,1E-05	3,4E-05	5,0E-05	Центральная нервная система, кровь, система развития, репродуктивная система, гормональная система, почки
Никель	2,8E-05	3,3E-05	5,0E-05	Органы дыхания, кровь, иммунная система, центральная нервная система
Хром	0,00004	0,00008	0,0001	Органы дыхания

Рассчитанные по результатам натурных измерений риски для здоровья населения по тем или иным видам нарушений оценивались как неприемлемые практически на всех исследуемых территориях. В качестве примера приведены показатели и характеристика рисков<sup>9</sup> для здоровья населения г. Братска (табл. 2).

Рассчитанный индивидуальный пожизненный канцерогенный риск прогнозируется в Братске на уровнях до 3,44E-04 на селитебных территориях. Что оценивается как неприемлемый и позволяет прогнозировать формирование дополнительно ежегодно 1–2 случаев онкологических заболеваний, ассоциированных только с загрязнением воз-

духа. Основной вклад в канцерогенные риски вносит присутствие в воздухе соединений хрома и никеля.

В формировании рисков для здоровья населения г. Братска вносят определенные вклады (на отдельных участках территории города – подавляющие) самые разные химические примеси, как общераспространенные (пыли, оксид углерода, оксиды азота и серы), так и специфические (соединения тяжелых металлов, фенол, ароматические углеводороды, формальдегид).

В г. Красноярске риски для здоровья как «высокие» ( $HI > 6,0$ ) установлены в отношении формирования у населения преждевременной смертности,

<sup>9</sup> Критерии оценки уровней риска, выраженные через  $HI$ , приняты в соответствии с МР 2.1.10.0156-19 «Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения», утв. Гл. гос. санитарным врачом РФ 02.12.2019.

Уровни рисков для здоровья (индексов опасности, *HI*) при хроническом ингаляционном воздействии химических веществ атмосферного воздуха г. Братска

Критические органы и системы	Средняя для города величина <i>HI</i>	Диапазон значений <i>HI</i>	Характеристика риска	Приоритетные факторы риска
Органы дыхания	12,46	0,85–23,62	Высокий	Взвешенные вещества
				Формальдегид
				Хлор
				Азота диоксид
				Серы диоксид
Иммунная система	9,95	5,08–25,43	Высокий	Формальдегид
				Бензол
				Соединения никеля
Центральная нервная система	3,57	0,47–8,21	Настораживающий, для ряда зон города высокий	Соединения алюминия
				Фенол
Процессы развития	5,16	0,22–20,81	Настораживающий, для ряда зон города – высокий	Бензол
				Углерода оксид
				Этилбензол
Система крови	2,74	0,87–6,22	Для ряда зон города – высокий	Бензол
Печень	1,50	1,76–2,28	Приемлемый	Фенол
Почки	1,59	1,00–2,65	Приемлемый	Фенол
Сердечно-сосудистая система	1,89	1,02–2,56–	Приемлемый	Соединения свинца
				Фенол

болезней органов дыхания, центральной нервной, иммунной, нейроэндокринной систем, крови и кровяной системы, процессов развития и др.

В Норильске и Чите высокие риски для здоровья прогнозируются в отношении болезней органов дыхания, процессов развития, системы крови и пр.

Принимая во внимание, что риски – это характеристики вероятностные, расчетные, проводили рекогносцировочную оценку показателей заболеваемости населения исследованных городов именно по тем классам болезней, по которым риски прогнозировались как неприемлемые.

Установлено, что есть все основания предполагать реализацию рисков в виде зарегистрированных фактических случаев заболеваний.

Так, к примеру, в г. Братске, где риски заболеваний органов дыхания характеризуются как неприемлемые и оцениваются как высокие, уровень заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания составляет в последние годы около 1700 случаев на 1000 детей. Это выше среднерегionalного уровня в 1,2–1,3 раза и выше среднероссийского уровня в 1,4–1,5 раза. Хронические бронхиты среди детей в Братске регистрируются в 2,6 раза чаще среди детей и в 1,9 – среди взрослых, чем в среднем по региону. Бронхиальная астма (астматический статус) впервые в жизни устанавливается у подростков Братске чаще, чем в среднем по региону в 1,6 раза. Город характеризуется более высокой, чем в среднем по субъекту Федерации, частотой регистрации болезней нервной системы, врожденных пороков развития (частота выше среднерегionalной – в 1,2–1,4 раза) и т.п.

Реализация рисков, связанных именно с загрязнением атмосферного воздуха, подтверждена и в ходе углубленных медико-биологических обследований населения [18, 19]. Так, в крови и моче детей города идентифицированы те химические примеси, которые были отнесены к приоритетным факторам риска на территории: бенз(а)пирен; хром, алюминий, никель, фтористые соединения и пр., и отсутствовали или были на достоверно более низких уровнях в биологических средах детей из группы сравнения. Установлены достоверные зависимости между этими веществами в организме детей и целым рядом нарушений здоровья, адекватных прогнозируемым. У обследованных детей отмечена повышенная частота болезней органов дыхания, преимущественно в виде хронических воспалительных заболеваний верхних дыхательных путей (в 2,9 раза чаще по сравнению с группой сравнения); в 5,5 раза больше, по отношению к группе сравнения, выявлено случаев функциональных расстройств вегетативной и центральной нервной системы. Установлено нарушение процессов развития в виде сформированных врожденных пороков развития сердца и почек в 1,5 раза чаще и малых аномалий развития почек – в 1,6 раза чаще, чем в группе сравнения.

Проводимые в настоящее время статистические, эпидемиологические и направленные медико-биологические исследования в г. Красноярске, Норильске позволяют, пока фрагментарно, но получить результаты, близкие по сути вышеописанным. Кроме того, данные удовлетворительно корреспондируются и с ранее выполненными санитарно-гигиеническими и медико-биологическими исследованиями на данных территориях [20–25].

Таким образом, расчеты риска, сопоставительный анализ результатов оценки риска с данными медицинской статистики обращаемости населения за медицинской помощью и с итогами углубленных направленных обследований населения на ряде территории подтверждают актуальность и корректность разработки воздухоохраных мероприятий с учетом критериев здоровья населения.

Такой подход позволит не только снизить валовый выброс, но и обеспечит движение в сторону улучшения медико-демографических показателей территории, сохранения здоровья населения как важнейшего ресурса государства. Сокращение выбросов канцерогенных веществ, химических соединений, формирующих дополнительную заболеваемость сердечно-сосудистой системы, должно иметь следствием снижение числа случаев болезней с высокой летальностью, что в полной мере соответствует целям национального проекта «Демография». Сокращение загрязнения среды обитания веществ, опасных для эндокринной системы, может внести вклад в снижение общего уровня нарушений здоровья, связанных с гормональным статусом человека и т.п.

Вместе с тем анализ комплексных планов в их первоначальном виде не позволяет оценить достаточность и адекватность запланированных мер критериям здоровья населения.

Большинство мероприятий программ действий проекта «Чистый воздух» не имеет строгой привязки к конкретным источникам выбросов. Документами не устанавливается реальное снижение мощности выброса (г/с), отсутствуют иные параметры изменения выбросов.

Так, по г. Братску из всего спектра мероприятий, в результате которых планируется сократить выбросы более чем на 126,5 тысячи тонн в год, технологически обосновано менее 2 % потенциального снижения. ПАО «Иркутскэнерго» предусматривает сокращение выбросов на дымовых трубах 0001/0002 ТЭЦ-7 за счет перевода объекта с твердого топлива (уголь) на газ и повышения эффективности электрофильтров (сокращение на 156,4 тонны в год твердых частиц и на 1202,2 тонны в год диоксида серы) и сокращение выбросов ТЭЦ-6 на дымовых трубах № 1 и 2 за счет модернизации электрофильтров и батарейных циклонов центрального участка (снижение выбросов на 709 тонн твердых зольных частиц)<sup>10</sup>.

Обоснования потенциального сокращения таких принципиально важных для минимизации негативного воздействия на здоровье населения веществ, как соединения металлов (алюминий, свинец, никель), ароматические углеводороды (бензол, ксилолы, толуол), фенол, сероводород и пр., в планах ме-

роприятий нет. Крупнейшие источники загрязнения воздуха города ПОА «РУСАЛ. Братский алюминиевый завод», АО «Группа «Илим» в г. Братске» и Братский завод ферросплавов «Мечел» планируют уточнение мероприятий в рамках комплексных экологических разрешений, получение которых предполагается в 2021–2022 гг.<sup>11</sup>.

На начало четвертого квартала 2019 г. в г. Красноярске только 2,7 % сокращаемого выброса (6704,343 тонны в год) имеет конкретное технологическое обоснование. Определены источники выбросов, аэродинамические и экологические характеристики которых будут изменены. В Красноярске меры направлены на снижение выбросов: азота диоксида, азота оксида, бенз(а)пирена, серы диоксида, смолистых веществ, углерода оксида, фторидов твердых, фтористого водорода, нескольких видов пыли. Оценка эффективности этих мероприятий показала, что почти для 4,8 тысячи человек на территории города уровень рисков при хроническом воздействии снижается. Наибольшее снижение риска достигается в отношении поражений костной системы (фактор риска – фтористые соединения): индекс опасности (*HI*) сокращается с 2,4 до 1,3. Однако снижение по приоритетным группам риска (органы дыхания, центральная нервная система, система крови) составляет не более 0,5 % от исходного уровня. Риск для здоровья после мероприятий остается на уровне «высокий» для всего экспонированного населения города.

Полученные результаты не позволяют с уверенностью говорить о достижимости приемлемого риска для населения при аналогичной эффективности прочих мероприятий комплексного плана.

Особо необходимо отметить проблемы, которые связаны с необходимостью регулирования выбросов мелкодисперсных частиц – твердых фракций пылегазовых смесей с размерами частиц менее 10 мкм (PM<sub>10</sub>) и 2,5 мкм (PM<sub>2,5</sub>). Мелкодисперсные частицы регистрируются в атмосферном воздухе многих городов, в том числе в концентрациях,кратно превышающих референтные, безопасные для здоровья уровни. К примеру, в Красноярске в рамках социально-гигиенического мониторинга из 44 суточных проб, отобранных в период с апреля по октябрь 2019 г., в 12 были отмечены превышения гигиенических нормативов (27,3 %) с уровнем до 4,7 ПДК<sub>сс</sub>. Наличие мелкодисперсных частиц в выбросах и стационарных и передвижных источников загрязнения атмосферы доказано специальными исследованиями [26–29]. Вместе с тем мелкодисперсные частицы на сегодня практически не идентифицируются и не оцениваются при инвентаризации выбросов источников загрязнения атмосферного воздуха. Как след-

<sup>10</sup> Письмо ПАО «Иркутскэнерго» от 27.09.2019 № 116-35/2680-2598.

<sup>11</sup> Письмо ПОА «РУСАЛ. Братский алюминиевый завод» от РБ-исх-19-45-0199 от 27.09.2019 г.

Письмо АО «Группа «Илим» в г. Братске» № ФБ-25300-329 от 27.09.2019 г.

Письмо Братский завод ферросплавов «Мечел» № 2679 от 01.10.2019 г.

стве,  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  не включаются в систему экологического нормирования и не предусматриваются как самостоятельный снижаемый фактор в рамках планов воздухоохраных мероприятий. Соответственно, не представляется возможным оценить санитарно-гигиенические и медико-демографические последствия загрязнения или эффективности природоохраных мероприятий.

**Выводы.** Несомненно, простого указания на приоритетные химические примеси и требуемый уровень их снижения недостаточно. Важными аспектами развития и детализации комплексных региональных планов действий в рамках проекта «Чистый воздух» остаются:

– необходимость постоянного и полного информирования широкого круга лиц, принимающих решения в сфере охраны атмосферного воздуха приоритетных городов федерального проекта, об опасном влиянии конкретных компонентов выбросов на здоровье населения;

– учет показателей здоровья населения как целевой функции и важнейшего критерия при оценке результативности и эффективности планируемых воздухоохраных мероприятий;

– оценка и обсуждение с хозяйствующими субъектами технической достижимости рекомендуемых уровней, выработка оптимальных решений по направленности и срочности конкретных мероприятий;

– обеспечение комплексных планов мероприятий дополняющими документами с конкретизацией и техническим описанием воздухоохраных мероприятий (с указанием источников выбросов и перечнем загрязняющих веществ, по которым планируется снижение выбросов, массой выбросов загрязняющих веществ по каждому источнику до и после мероприятий (г/с, т/год) и пр.;

– оценка сопряжения (или, напротив, невозможности) сокращения комплекса примесей, технологически связанных между собой;

– интеграция оценок эффективности воздухоохраных мероприятий с перспективными планировочными и градостроительными решениями на территориях;

– в условиях технической и/или организационной недостижимости приемлемых рисков для здоровья населения включение мер медико-профилактического характера в планы компенсационных мероприятий, предусмотренных Федеральным законом № 195-ФЗ от 26.07.2019 г. «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ...»<sup>12</sup>.

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках п. 16.11 плана реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух».

**Конфликт интересов.** Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

### Список литературы

1. Медведев Д.А. Россия-2024: Стратегия социально-экономического развития // Вопросы экономики. – 2018. – № 10. – С. 5–28.
2. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – Т. 251, № 2. – С. 4–7.
3. Effects of particulate matter ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  and  $PM_1$ ) on the cardiovascular system / G. Polichetti, S. Cocco, A. Spinali, V. Trimarco, A. Nunziata // *Toxicology*. – 2009. – Vol. 261, № 1–2. – P. 1–8. DOI: 10.1016/j.tox.2009.04.035
4. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities / D.W. Dockery, C.A. Pope, X. Xu, J.D. Spengler, K.H. Ware, M.E. Fay, B.G. Ferris, F.E. Speizer // *New England J. Med.* – 1993. – Vol. 329. – P. 1753–1759. DOI: 10.1056/NEJM199312093292401
5. Pope C.A., Shwartz J., Ransom M.R. Daily mortality and  $PM_{10}$  pollution in Utah Valley // *Arh. Environ. Health.* – 1992. – Vol. 47. – P. 211–217. DOI: 10.1080/00039896.1992.9938351
6. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardiorespiratory hospitalizations / R.T. Burnett, M. Smith-Doiron, D. Stieb, S. Cakmak, J.R. Brook // *Archives Environmental Health.* – 1999. – Vol. 54, № 2. – P. 130–139. DOI: 10.1080/00039899909602248
7. Epidemiology and risk factors of urothelial bladder cancer / M. Burger, J.W. Catto, G. Dalbagni, H.B. Grossman, H. Herr, P. Karakiewicz, W. Kassouf, L.A. Kiemeny [et al.] // *Eur. Urol.* – 2013. – Vol. 63, № 2. – P. 234–241. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.07.033
8. Carpenter D.O., Bushkin-Bedient S. Exposure to chemicals and radiation during childhood and risk for cancer later in life // *J. Adolesc. Health.* – 2013. – Vol. 52, № 5. – P. 21–29. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2013.01.027
9. World Cancer Report [Электронный ресурс] // IARC. – 2014. – URL: [https://www.iarc.fr/cards\\_page/world-cancer-report/](https://www.iarc.fr/cards_page/world-cancer-report/) (дата обращения: 01.10.2019).
10. Diseases due to unhealthy environment: as updated estimate of the global burden of diseases attributable to environmental determinants of health / J. Wolf, C. Corvalan, T. Neville, R. Bos, M. Neira // *Journal of Public Health.* – 2017. – Vol. 39, № 3. – P. 464–475. DOI: 10.1093/pubmed/fdw085
11. Air Pollution Science for 21-st Century / In: J. Austin, P. Brimblecombe, W. Sturges eds. – Elsevier Science Ltd, 2002. – 676 p.

<sup>12</sup> О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха: Федеральный закон № 195-ФЗ от 26.07.2019 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/58662.html>.

12. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2016. – URL: <https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/> (дата обращения: 01.10.2019).
13. Environmental risk factors of pregnancy outcomes: a summary of recent meta-analyses of epidemiological studies / M.J. Nieuwenhuijsen, P. Davvand, J. Grellier, D. Martinez, M. Vrijheid // *Environ Health*. – 2013. – Vol. 15, № 12. – P. 6. DOI: 10.1186/1476-069X-12-6
14. State of the science of endocrine disrupting chemicals / A. Bergman, H.J. Heindel, S. Jobling, K.A. Kidd, R.T. Zoeller eds. – Geneva: WHO and UNEP, 2012. – 38 p.
15. Ekong E.B., Jaar B.G., Weaver V.M. Lead-related nephrotoxicity: a review of the epidemiologic evidence // *Kidney Int*. – 2006. – Vol. 70, № 12. – P. 2074–2084. DOI: 10.1038/sj.ki.5001809
16. Казимов М.А., Алиева Р.Х., Алиева Н.В. Загрязнение атмосферного воздуха крупного города тяжелыми металлами и оценка их опасности для здоровья населения // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2014. – № 5. – С. 37–41.
17. Ревич Б.А. Национальный проект «Чистый воздух» в контексте охраны здоровья населения [Электронный ресурс] // *Экологический вестник России*. – URL: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/3132-natsionalnyj-proekt-chistyj-vozdukh-v-kontekste-okhrany-zdorovya-naseleniya> (дата обращения: 01.10.2019).
18. Оценка аэрогенного воздействия приоритетных химических факторов на здоровье детского населения в зоне влияния предприятий по производству алюминия / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В., Кольдибекова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, А.Н. Пережогин, С.В. Клейн // *Гигиена и санитария*. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 68–75.
19. Исследование и оценка нарушений протеомного профиля плазмы крови, обусловленных повышенной концентрацией фторид-иона в моче у детей / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Н.И. Булатова, Ю.В. Кольдибекова // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2019. – Т. 316, № 7. – С. 23–27.
20. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения г. Норильска. Формирование групп повышенного риска / О.А. Ананина, Л.Ф. Писарева, И.Н. Одинцова, Е.Л. Христенко, Г.А. Попкова, И.Д. Христенко // *Сибирский онкологический журнал*. – 2013. – Т. 58, № 4. – С. 58–61.
21. Куркатов С.В., Тихонова И.В., Иванова О.Ю. Оценка риска воздействия атмосферных загрязнений на здоровье жителей г. Норильска // *Гигиена и санитария*. – 2015. – Т. 94, № 2. – С. 28–31.
22. Кашлева Е.А., Игнатьева Л.П., Потапова М.О. Гигиеническая оценка влияния средовых факторов на физическое развитие детского контингента // *Профилактическая и клиническая медицина*. – 2012. – Т. 42, № 1. – С. 15–18.
23. Мешков Н.А., Вальцева Е.А., Юдин С.М. Особенности эколого-гигиенической ситуации и состояния здоровья населения в крупных промышленных городах // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2018. – № 9. – С. 50–57.
24. Экологические аспекты состояния здоровья детского населения северных территорий Восточной Сибири / В.А. Никифорова, Т.Г. Перцева, Н.Т. Хороших, А.А. Никифорова // *Системы. Методы. Технологии*. – 2014. – Т. 21, № 1. – С. 140–147.
25. Ревич Б.А. Качество атмосферного воздуха в мегаполисах и риски здоровью населения // *Человек в мегаполисе: опыт междисциплинарного исследования* / под ред. Б.А. Ревича, О.В. Кузнецовой. – М.: ЛЕНАНД, 2018. – 640 с.
26. Чистяков Я.В., Епархин О.М., Володин Н.И. Мелкодисперсная пыль – техногенная угроза биосфере // *История и перспективы развития транспорта на севере России*. – 2014. – № 1. – С. 155–158.
27. Загороднов С.Ю., Кокоулина А.А., Попова Е.В. Изучение компонентного и дисперсного состава пылевых выбросов предприятий металлургического комплекса для задач оценки экспозиции населения // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2015. – № 17. – С. 451–456.
28. Необходимость разработки методических указаний по учету выбросов мелкодисперсной пыли тепловыми электрическими станциями / А.А. Иванова, Н.В. Кумпан, О.Н. Брагина, О.А. Киселёва, Т.Н. Мячина // *Электрические станции*. – 2014. – Т. 991, № 2. – С. 57–63.
29. Загороднов С.Ю. Пылевое загрязнение атмосферного воздуха города как недооцененный фактор риска здоровью человека // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. – 2018. – Т. 30, № 2. – С. 124–133.

*Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01*

## POPULATION HEALTH AS A TARGET FUNCTION AND CRITERION FOR ASSESSING EFFICIENCY OF ACTIVITIES PERFORMED WITHIN “PURE AIR” FEDERAL PROJECT

**A.Yu. Popova<sup>1,3</sup>, N.V. Zaitseva<sup>2</sup>, I.V. May<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 18, bld. 5 and 7, Vadkovskiy pereulok, Moscow, 127994, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

<sup>3</sup>Russian Medical Academy for Postgraduate Studies, 2/1 Barrikadnaya Str., Moscow, 123995, Russian Federation

*We took several cities (Bratsk, Krasnoyarsk, Norilsk, and Chita) included as priority ones into the “Pure air” federal project as an example and showed that it was not sufficient to only aim at reducing gross emissions of pollutants and apply it as a criterion to assess efficiency of air-protecting activities performed in a city. Health risk calculations, and comparative analysis of risk assessment and medical statistical data on population applying for medical aid, combined with the results of profound targeted examinations, revealed that medical and demographic losses (additional population mortality and morbidity) occurred due to a significant number of chemical admixtures, including those, who were not included into a list of pollutants which had to be reduced. Consequently, air-protecting activities don't necessarily result in relevant improvement of a sanitary-hygienic and medical-demographic situation. Residual health risks still remain high.*

*We showed that there were several significant aspects related to developing and working out in detail complex regional action plans within the “Pure air” federal project. They were a necessity to constantly and profoundly inform a wide circle of people who make decisions on ambient air protection about adverse impacts exerted by specific components in emissions on population health and actual medical and demographic losses on a territory; to assess whether it was technically possible to achieve recommended emission levels and to discuss it with economic entities in order to work out optimal decisions as regards orientation and urgency of specific activities in the sphere; to integrate assessments of air-protecting activities efficiency with prospect city-planning in a region, and to include compensatory medical and prevention activities into regional action plans that should help achieving acceptable health risks levels.*

**Key words:** “Pure air” federal project, sanitary-hygienic situation, ambient air pollution, risk, population health.

### References

1. Medvedev D.A. Russia-2024: the strategy of social and economic development. *Voprosy ekonomiki*, 2018, no. 10, pp. 5–28 (in Russian).
2. Popova A.Yu. Strategic priorities of the Russian Federation in the field of ecology from the position of preservation of health of the nation. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2014, vol. 251, no. 2, pp. 4–7 (in Russian).
3. Polichetti G., Cocco S., Spinali A., Trimarco V., Nunziata A. Effects of particulate matter (PM10, PM2.5 and PM1) on the cardiovascular system. *Toxicology*, 2009, vol. 261, no. 1–2, pp. 1–8. DOI: 10.1016/j.tox.2009.04.035
4. Dockery D.W., Pope C.A., Xu X., Spengler J.D., Ware K.H., Fay M.E., Ferris B.G., Speizer F.E. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *New England J. Med.*, 1993, vol. 329, pp. 1753–1759. DOI: 10.1056/NEJM199312093292401
5. Pope C.A., Shwartz J., Ransom M.R. Daily mortality and PM10 pollution in Utah Valley. *Arch. Environ. Health*, 1992, vol. 47, pp. 211–217. DOI: 10.1080/00039896.1992.9938351
6. Burnett R.T., Smith-Doiron M., Stieb D., Cakmak S., Brook J.R. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardio-respiratory hospitalizations. *Archives Environmental Health*, 1999, vol. 54, no. 2, pp. 130–139. DOI: 10.1080/00039899909602248
7. Burger M., Catto J.W., Dalbagni G., Grossman H.B., Herr H., Karakiewicz P., Kassouf W., Kiemeny L.A. [et al.]. Epidemiology and risk factors of urothelial bladder cancer. *Eur. Urol.*, 2013, vol. 63, no. 2, pp. 234–241. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.07.033
8. Carpenter, D.O., Bushkin-Bedient S. Exposure to chemicals and radiation during childhood and risk for cancer later in life. *J. Adolesc. Health*, 2013, vol. 52, no. 5, pp. 21–29. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2013.01.027

© Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V., 2019

**Anna Yu. Popova** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Supervisor, Head of the Department for Sanitary-Epidemiologic Service Organization (e-mail: rmapo@rmapo.ru; tel.: +7 (499) 458-95-63; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4315-5307>).

**Nina V. Zaitseva** – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Scientific Director (e-mail: znv@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-34; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145>).

**Irina V. May** – Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy Director responsible for research work (e-mail: may@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0976-7016>).

9. World Cancer Report. *IARC*, 2014. Available at: [https://www.iarc.fr/cards\\_page/world-cancer-report/](https://www.iarc.fr/cards_page/world-cancer-report/) (01.10.2019).
10. Wolf J., Corvalan C., Neville T., Bos R., Neira M. Diseases due to unhealthy environmental: as updated estimate of the global burden of diseases attributable to environmental determinants of health. *Journal of Public Health*, 2017, vol. 39, no. 3, pp. 464–475. DOI: 10.1093/pubmed/fdw085
11. Air Pollution Science for 21-st Century. In: J. Austin, P. Brimblecombe, W. Sturgeseds. *Elsevier Science Ltd*, 2002, 676 p.
12. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. *World Health Organization*, 2016. Available at: <https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/> (01.10.2019).
13. Nieuwenhuijsen M.J., Davvand P., Grellier J., Martinez D., Vrijheid M. Environmental risk factors of pregnancy outcomes: a summary of recent meta-analyses of epidemiological studies. *Environ Health*, 2013, vol. 15, no. 12, p. 6. DOI: 10.1186/1476-069X-12-6
14. State of the science of endocrine disrupting chemicals. In: A. Bergman, H.J. Heindel, S. Jobling, K.A. Kidd, R.T. Zoeller eds. Geneva, WHO and UNEP Publ., 2012, 38 p.
15. Ekong E.B., Jaar B.G., Weaver V.M. Lead-related nephrotoxicity: a review of the epidemiologic evidence. *Kidney Int*, 2006, vol. 70, no. 12, pp. 2074–2084. DOI: 10.1038/sj.ki.5001809
16. Kazimov M.A., Aliyeva R.H., Aliyeva N.V. City air pollution with heavy metals and evaluating their jeopardy for public health. *Meditisina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2014, no. 5, pp. 37–41 (in Russian).
17. Revich B.A. Natsional'nyi proekt «Chistyj vozdukh» v kontekste okhrany zdorov'ya naseleniya [“Pure air” national project within the context of population health protection]. *Ekologicheskii vestnik Rossii*. Available at: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/3132-natsionalnyj-proekt-chistyj-vozdukh-v-kontekste-okhrany-zdorovya-naseleniya> (01.10.2019) (in Russian).
18. Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A., Kol'dibekova Yu.V., Zhdanova-Zaplesvichko I.G., Perezhogin A.N., Kleyn S.V. Evaluation of the aerogenic impact of priority chemical factors on the health of the child population in the zone of the exposure of aluminum enterprises. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 1, pp. 68–75 (in Russian).
19. Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A., Bulatova N.I., Kol'dibekova Yu.V. Analysis and evaluation of blood plasma proteomic profile violations due to the increased concentration of fluoride ion in children's urine. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2019, vol. 316, no. 7, pp. 23–27 (in Russian).
20. Ananina O.A., Pisareva L.F., Odintsova I.N., Khristenko E.L., Popkova G.A., Khristenko I.D. Cancer incidence among population of Norilsk. Formation of high risk groups for cancer. *Sibirskii onkologicheskii zhurnal*, 2013, vol. 58, no. 4, pp. 58–61 (in Russian).
21. Kurkatov S.V., Tikhonova I.V., Ivanova O.Yu. Assessment of the risk of environmental atmospheric pollutants for the health of the population of the city of Norilsk. *Gigiena i sanitariya*, 2015, vol. 94, no. 2, pp. 28–31 (in Russian).
22. Kashleva E.A., Ignateva L.P., Potapova M.O. Hygienic estimation of the influence factor ambiances on physical development of the children contingent. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*, 2012, vol. 42, no. 1, pp. 15–18 (in Russian).
23. Meshkov N.A., Val'tseva E.A., Yudin S.M. Environmental situation and health in large industrial cities. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2018, no. 9, pp. 50–57 (in Russian).
24. Nikiforova V.A., Pertseva T.G., Khoroshikh N.T., Nikiforova A.A. Ecological aspects of children's health in the northern territories of Eastern Siberia. *Sistemy. Metody. Tekhnologii*, 2014, vol. 21, no. 1, pp. 140–147 (in Russian).
25. Revich B.A. Kachestvo atmosfernogo vozdukha v megapolisakh i riski zdorov'yu naseleniya [Ambient air quality in megalopolises and population health risks]. *Chelovek v megapolise: opyt mezhdistsiplinarnogo issledovaniya*. In: B.A. Revich, O.V. Kuznetsova. Moscow, LENAND Publ., 2018, 640 p. (in Russian).
26. Chistyakov Ya.V., Eparkhin O.M., Volodin N.I. Melkodispersnaya pyl' – tekhnogennaya ugroza biosfere [Fine-disperse dust as a technogenic threat to the biosphere]. *Istoriya i perspektivy razvitiya transporta na severe Rossii*, 2014, no. 1, pp. 155–158 (in Russian).
27. Zagorodnov S.Yu., Kokoulina A.A., Popova E.V. Studying of component and disperse structure of dust emissions of metallurgical complex enterprises for problems of estimation *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2015, no. 17, pp. 451–456 (in Russian).
28. Ivanova A.A., Kumpan N.V., Bragina O.N., Kiseleva O.A., Myachina T.N. The need to develop guidelines on accounting for emissions of fine dust Thermal power plants. *Elektricheskie stantsii*, 2014, vol. 991, no. 2, pp. 57–63 (in Russian).
29. Zagorodnov S.Yu. Dust contamination of the atmospheric air of the city as an undervalued risk factor to human health. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*, 2018, vol. 30, no. 2, pp. 124–133 (in Russian).

Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V. Population health as a target function and criterion for assessing efficiency of activities performed within “pure air” federal project. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 4, pp. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01.eng

Получена: 28.11.2019

Принята: 20.12.2019

Опубликована: 30.12.2019