

Статья поступила в редакцию 21.01.2019 г.

Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Голиков Р.А., Суржикова Р.Н.

Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний,
НГИУВ — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России,
г. Новокузнецк, Россия

ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ НОВОКУЗНЕЦКОГО ОПЫТНОГО ЗАВОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Предмет исследования. Атмосферные выбросы Новокузнецкого опытного завода технологического оборудования.

Цель исследования – оценить риск для здоровья населения от воздействия атмосферных выбросов Новокузнецкого опытного завода технологического оборудования.

Методы исследования. Оценка выбросов предприятий проводилась на основе анализа тома предельно допустимых выбросов. Определены индексы опасности при остром и хроническом воздействии. Рассчитаны максимальные и среднегодовые концентрации токсичных веществ от каждого источника выбросов в каждой из точек воздействия концентраций (ТБК) токсичных веществ, связанных с микрорайонами жилой застройки на основе данных по расстоянию между каждой из точек и каждым источником выбросов. Рассчитаны риски для здоровья населения.

Основные результаты. Определены основные токсичные вещества, содержащиеся в атмосферных выбросах Новокузнецкого опытного завода технологического оборудования – диоксид железа и марганец и его соединения. Выявлены районы города, наиболее неблагоприятные для проживания. Показано, что суммарный риск хронической интоксикации наибольший у жителей микрорайона «Березка» Заводского района (ТБК № 1), составляет $8,45 \times 10^{-4}$ (в долях от единицы). Наибольший канцерогенный риск для здоровья населения от воздействия этилбензола выявлен в ТБК № 1 ($9,26 \times 10^{-10}$). По итогам оценки рисков сделаны выводы о влиянии выбросов Новокузнецкого опытного завода технологического оборудования на здоровье населения города и оценен их вклад в снижение уровня здоровья жителей.

Заключение. В целом выбросы Новокузнецкого опытного завода технологического оборудования не оказывают значительного воздействия на состояние здоровья населения.

Ключевые слова: промышленное предприятие; атмосферные выбросы; методология оценки риска; индекс опасности; неканцерогенный риск; канцерогенный риск; токсичные вещества.

Surzhikov D.V., Kislicyna V.V., Golikov R.A., Surzhikova R.N.

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases,
Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia

RISK ASSESSMENT FOR HEALTH OF THE POPULATION FROM AIR POLLUTION BY EMISSIONS OF NOVOKUZNETSK PILOT-PRODUCTION PLANT OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Subject. The subject of the study is the atmospheric emissions of Novokuznetsk pilot-production plant of technological equipment.

Objective – to assess the risk to public health from exposure to atmospheric emissions of Novokuznetsk pilot-production plant of technological equipment.

Methods. The assessment of emissions of enterprises was based on the analysis of the volume of maximum permissible emissions. Hazard indices for acute and chronic exposure were determined. The maximum and average annual concentrations of toxic substances from each emission source at each of the points of exposure to concentrations (PEC) of toxic substances related to residential neighborhoods were calculated on the basis of data on the distance between each point and each emission source. Risks to public health were calculated.

Main results. The main toxic substances contained in the atmospheric emissions of Novokuznetsk pilot-production plant of technological equipment, namely, diiron trioxide and manganese and its compounds, were determined. The city areas which were the most unfavorable for living were identified. It was shown that the total risk of chronic intoxication was the greatest among the residents of Berezhka neighborhood of the Zavodskoy district (PEC № 1), and it was 8.45×10^{-4} (in shares of one). The greatest carcinogenic risk to public health from exposure to ethylbenzene was identified in PEC № 1 (9.26×10^{-10}). Based on the results of the risk assessment, conclusions were drawn on the impact of emissions from Novokuznetsk pilot-production plant of technological equipment on the health of the population of the city and their contribution to the decrease in the level of residents' health was estimated.

Conclusion. In general, the emissions of Novokuznetsk pilot-production plant of technological equipment do not have a significant impact on the health of the population.

Key words: industrial enterprise; atmospheric emissions; risk assessment methodology; hazard index; non-carcinogenic risk; carcinogenic risk; toxic substances.

Охрана здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха является одной из важных задач профилактической медицины. На население промышленных городов постоянно воздействует целый комплекс факторов окружающей среды. Один из таких факторов — химическое за-

грязнение атмосферного воздуха выбросами предприятий. Выбросы промышленных предприятий обычно представляют собой сложные аэродисперсные системы (аэрозоли), которые являются смесью различных газов, паров, пылей и их смесей. Из-за воздействия загрязняющих веществ ухудшается здоровье людей,

увеличиваются показатели заболеваемости. Для научного обоснования связи между загрязнением окружающей среды и ухудшением здоровья человека используется методология оценки риска. Оценка риска — это процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных последствий для здоровья человека, обусловленных воздействием факторов среды обитания [1-2].

Оценка экологического риска является важной частью для принятия адекватных решений, связанных с охраной окружающей среды и экологической безопасностью [3].

В связи с наличием большого количества вредных производств существует неблагоприятная экологическая обстановка в промышленных центрах. На территории Новокузнецка функционируют более сорока предприятий, выбрасывающих в атмосферу загрязняющие вещества, которые и определяют опасность для жизни и здоровья населения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа проводилась на ОАО «Новокузнецкий опытный завод технологического оборудования» (ОАО «НОЗТО»), который начал свою работу 8 декабря 2002 года. Завод находится в Заводском районе города Новокузнецка, производит строительные металлоконструкции, виброплощадки и металлоформы для производства сборного железобетона, светопрозрачные конструкции из ПВХ и алюминия, крепь металлическую, дегазационные и водоотливные трубы, ролики и элементы става ленточного конвейера, машины и оборудование для добычи полезных ископаемых и строительства.

В работе использовался том предельно допустимых выбросов (ПДВ) предприятия, который содержит необходимые для расчетов характеристики: наименование и количество источников выбросов атмосферных загрязнителей, высота и диаметр источников, скорость выхода газовой смеси из устья источника, температура отходящих газов и объем выбросов каждого загрязняющего вещества.

Расчеты максимальных и среднегодовых концентраций загрязняющих веществ осуществлялись с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «Эколог». Риски для здоровья рассчитывались в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04 [4]. Полученные величины рисков сравнивались с приемлемыми значениями:

- 0,02 — для неканцерогенного риска;
- 0,0001 — для канцерогенного риска.

Корреспонденцию адресовать:

КИСЛИЦЫНА Вера Викторовна,
654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, д. 23,
ФГБНУ НИИ КППЗ.
Тел.: 8 (3843) 79-65-49.
E-mail: ecologia_nie@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ

На ОАО «НОЗТО» действует 5 цехов: заготовительный цех, цех металлоконструкций, окрасочное отделение, механический участок, энергоремонтный участок. Завод имеет восемь источников выбросов. Высота источников составляет 15 м, диаметр колеблется от 0,5 до 0,7 м, скорость выхода газовой смеси — от 0,78 до 7,2 м/с, температура отходящей газовой смеси — от 25 до 40°C, опасная скорость ветра — от 0,5 до 0,901 м/с.

Выбросы неканцерогенных веществ варьируют от $1,8 \times 10^5$ до $8,811 \times 10^1$ т/год ($5,8 \times 10^{-7}$ –0,02792 $\times 10^2$ г/с). Выбросы канцерогенных веществ составляют 0,1386 т/год (0,00439 г/с). Наибольшее количество выбросов поступает от следующих источников: трубы № 1 и № 2 окрасочного отделения, равное 48,4605 т/год (1,53565 г/с) и труба заготовительного цеха — 46,5377 т/год (1,4747 г/с).

Для оценки неканцерогенного риска для здоровья были выбраны следующие токсичные вещества: диЖелезо триоксид, марганец и его соединения, азот диоксид, углерод оксид, фтористые газообразные соединения, фториды неорганические плохо растворимые, пыль неорганическая, пыль абразивная (корунд, монокорунд), пыль древесная, азот оксид, сера диоксид, зола углей, этилбензол, диметилбензол, уайт-спирит. Суммарный индекс неканцерогенной опасности веществ составил 155,116, наибольшим удельным весом обладают уайт-спирит (56,8 %), углерод оксид (34,3 %) и диметилбензол (7,4 %).

Канцерогенный риск рассчитывался от воздействия этилбензола, имеющего индекс опасности 0,1386.

Город Новокузнецк характеризуется континентальным климатом со значительными годовыми и суточными колебаниями температур. Город находится в Кемеровской области в юго-восточной части Западной Сибири на стыке Кузнецкой котловины и горных массивов Кузнецкого Алатау, Горной Шории и Салаирского кряжа. Высота расположения городской территории над уровнем моря составляет от 196 до 249 м. Существенное влияние на климат Новокузнецка также оказывает пространственная ориентировка основных геоморфологических элементов, в первую очередь речных долин и водоразделов. Минимальная температура наблюдалась в январе (-47,7°C), максимальная — в июле (+36°C). Среднегодовая температура воздуха составляет 2,1°C. Преобладающие направления ветров — южное и юго-западное. Среднегодовая скорость ветров — 2,3 м/сек, повторяемость штилевой погоды составляет 25 %.

Для оценки воздействия токсичных веществ, содержащихся в атмосферных выбросах ОАО «НОЗТО», были выделены девять микрорайонов города — точек воздействия концентраций (ТВК), характеристики которых представлены в таблице 1.

Выявлено, что максимальные концентрации неканцерогенных веществ колеблются от $7,5 \times 10^{-8}$ мг/м³ у фторидов неорганических плохо растворимых в ТВК № 8 (привокзальная площадь Куйбышевского района) до $3,92 \times 10^{-3}$ мг/м³ у диЖелезо триоксида

Таблица 1

Районы точек воздействия концентраций и их координаты

Table 1

Areas of the points of exposure to concentrations and their coordinates

№ ТВК	Широта (градус и секунды)	Долгота (градус и секунды)	Район города	Приближенный микрорайон города
1	53°84' с.ш.	87°19' в.д.	Заводской	Микрорайон «Берёзка»
2	53°78' с.ш.	87°21' в.д.	Кузнецкий	Микрорайон площади Ленина
3	53°89' с.ш.	87°11' в.д.	Ильинский	Микрорайон пр. Авиаторов
4	53°78' с.ш.	87°28' в.д.	Орджоникидзевский	Новобайдаевский
5	53°75' с.ш.	87°15' в.д.	Центральный	Микрорайон цирка
6	53°75' с.ш.	87°12' в.д.	Центральный	Микрорайон драмтеатра
7	53°79' с.ш.	87°34' в.д.	Орджоникидзевский	Микрорайон "Белые дома"
8	53°76' с.ш.	87°60' в.д.	Куйбышевский	Привокзальная площадь
9	53°75' с.ш.	87°09' в.д.	Куйбышевский	Микрорайон машзавода

Примечание (Note): ТВК - точки воздействия концентраций (means points of exposure to concentrations).

в ТВК № 1 (микрорайон «Березка» Заводского района). Концентрации канцерогенного вещества (этиленбензола) колеблются от $4,87 \times 10^{-6}$ в ТВК № 8 до $3,96 \times 10^{-5}$ мг/м³ в ТВК № 1. Наибольшее значение максимальной концентрации токсичного вещества, выраженное в кратностях превышения ПДК, имеет пыль абразивная (корунд, монокорунд) — 0,034 в ТВК № 1, которая находится ближе всего к рассматриваемому предприятию (микрорайон «Березка» Заводского района).

Средние концентрации неканцерогенных веществ колеблются от $1,4 \times 10^{-8}$ мг/м³ у азот оксида в ТВК № 8 до $4,1 \times 10^{-4}$ мг/м³ у диЖелезо триоксида в ТВК № 1. Средние концентрации канцерогенного вещества колеблются от 2×10^{-7} мг/м³ до $1,62 \times 10^{-6}$ мг/м³ по разным ТВК. Наибольшее значение средней концентрации, выраженное в кратностях превышения ПДК, имеет диЖелезо триоксид — 0,0102 в ТВК № 1.

Индивидуальный хронический неканцерогенный риск (риск хронической интоксикации) определял-

ся как вероятность развития хронического заболевания или вероятность смерти в результате хронического воздействия токсичного вещества и рассчитывался на определенный период воздействия. Популяционный риск хронической интоксикации получали в результате сложения значений индивидуальных рисков по всем ТВК и по всем исследуемым веществам.

Показано, что симптомы хронической заболеваемости в большей степени будут наблюдаться у жителей микрорайона «Березка» Заводского района (ТВК № 1), где суммарный неканцерогенный риск составляет $8,45 \times 10^{-4}$ (в долях от единицы). Наибольший риск выявлен от воздействия таких веществ, как диЖелезо триоксид (0,0004) и марганец и его соединения (0,0002). Основным удель-

ным весом в формировании неканцерогенного риска обладают диЖелезо триоксид (27,5-46,7 %) и марганец и его соединения (13,1-22,9 %) по разным ТВК.

Характеристика неканцерогенного риска осуществлялась путем сопоставления уровней экспозиции с референтными (безопасными) для здоровья человека дозами или концентрациями. Индекс опасности характеризует риск развития вредных эффектов на критические органы и системы. Критическими органами и системами, в наибольшей степени поражаемыми при воздействии загрязняющих веществ ОАО «НОЗТО», являются органы дыхания, нервная система, ЦНС, сердечно-сосудистая система, костная система, кровь, почки и печень. Наибольший индекс опасности выявлен в микрорайоне «Березка» Заводского района (ТВК № 1) — 0,1491.

Канцерогенный риск рассматривался как вероятность формирования онкологического заболевания от вдыхания вещества, идентифицированного как ингаляционный канцероген. Поскольку индивидуаль-

Сведения об авторах:

СУРЖИКОВ Дмитрий Вячеславович, доктор биол. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, лаборатория экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

КИСЛИЦЫНА Вера Викторовна, канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

ГОЛИКОВ Роман Анатольевич, канд. мед. наук, ст. науч. сотрудник, лаборатория экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

СУРЖИКОВА Раушания Нафиловна, ст. преподаватель, кафедра клинической и медико-социальной экспертизы, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: mce42@mail.ru

Information about authors:

SURZHNIKOV Dmitry Vyacheslavovich, doctor of biological sciences, docent, leading researcher, laboratory for human ecology and environmental hygiene, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

KISLITSYNA Vera Viktorovna, candidate of medical sciences, leading researcher, laboratory for human ecology and environmental hygiene, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

GOLIKOV Roman Anatolyevich, candidate of medical sciences, senior researcher, laboratory for human ecology and environmental hygiene, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

SURZHNIKOVA Raushania Nafilovna, senior teacher, department for clinical and medico-social expertise, Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia. E-mail: mce42@mail.ru

Таблица 2

Суммарные значения рисков по точкам воздействия, выраженные в долях превышения приемлемого риска
Table 2

The total values of risks by exposure points expressed in the shares of the excess of an acceptable risk

№ ТБК	Риск хронической интоксикации	Канцерогенный риск
1	$3,69 \times 10^{-2}$	$9,26 \times 10^{-6}$
2	$7,76 \times 10^{-3}$	$1,92 \times 10^{-6}$
3	$7,76 \times 10^{-3}$	$1,92 \times 10^{-6}$
4	$5,78 \times 10^{-3}$	$1,43 \times 10^{-6}$
5	$5,24 \times 10^{-3}$	$1,31 \times 10^{-6}$
6	$5,07 \times 10^{-3}$	$1,25 \times 10^{-6}$
7	$4,73 \times 10^{-3}$	$1,17 \times 10^{-6}$
8	$4,58 \times 10^{-3}$	$1,14 \times 10^{-6}$
9	$4,64 \times 10^{-3}$	$1,15 \times 10^{-6}$

Примечание (Note): ТБК - точки воздействия концентраций
(means points of exposure to concentrations).

ный канцерогенный риск рассчитывается в точке, то делается предположение, что в течение всего периода воздействия человек будет находиться в данной точке. Для канцерогенных эффектов обычно вычисляется пожизненный риск, при этом предполагается, что существующие уровни воздействующих доз сохранятся и в будущем. Канцерогенный риск характеризует верхнюю границу возможного риска на протяжении периода, который соответствует средней продолжительности жизни человека (70 лет). Канцерогенный риск проявляется в вероятности поражения центральной и периферической нервной системы, системы кроветворения, пищеварительного тракта, нарушения азотисто-белкового, холестеринового и липидного обмена, у женщин — в нарушении репродуктивной функции. Наибольший канцерогенный риск для здоровья населения от воздействия этилбензола выявлен в ТБК № 1 ($9,26 \times 10^{-6}$).

Суммарные значения рисков по точкам воздействия, выраженные в долях превышения приемлемого риска, представлены в таблице 2. Показано, что по всем ТБК значения кратности рисков не превышают 1.

В результате расчета рисков выявлено, что выбросы загрязняющих веществ ОАО «НОЗТО» не могут оказывать воздействия на состояние здоровья жителей Новокузнецка.

ОБСУЖДЕНИЕ

Неблагополучное состояние окружающей среды является одним из основных факторов ухудшения

состояния здоровья городского населения. Об этом свидетельствуют результаты наших предыдущих исследований по оценке риска влияния на здоровье населения Новокузнецка загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу города от предприятий различных отраслей промышленности [5-8]. Их сравнение с результатами настоящего исследования показало, что выбросы в воздушную среду ОАО «НОЗТО» оказывают незначительное влияние на здоровье населения. В работе показано, что суммарные значения всех типов рисков, определяемые воздействием загрязняющих веществ предприятия, не превышают приемлемые уровни.

Концепция оценки риска имеет важное значение для определения приоритетных загрязняющих веществ, которые вносят основной вклад в нарушение состояния здоровья жителей. Также одним из основных направлений использования методологии оценки риска является возможность ранжирования районов города по уровням загрязнения, выявление территорий, наиболее неблагоприятных для проживания [9-11].

Применение методологии оценки риска необходимо для обоснования управленческих мероприятий по повышению экологической безопасности, установления взаимосвязи между уровнями риска и выбросами предприятий для выбора вариантов экономически эффективной стратегии снижения риска; анализа эффективности затрат на атмосфероохранные проекты [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов проведенного исследования позволяет сделать вывод, что выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ ОАО «НОЗТО» не оказывают значительного воздействия на состояние здоровья населения г. Новокузнецка. Наиболее неблагоприятным для проживания является микрорайон «Березка» Заводского района, расположенный наиболее близко к промышленному предприятию. Основной вклад в формирование неканцерогенного риска нарушения здоровья населения города вносят ди-Железо триоксид и марганец и его соединения. Этилбензол является основным канцерогенным веществом.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Avaliani SL, Bezpalko LE, Bobkova TE, Mishina AL. Perspective directions of the development of the methodology of risk analysis in Russia. *Hygiene and Sanitation*. 2013; (1): 33-35. Russian (Авалиани С.Л., Безпалько Л.Е., Бобкова Т.Е., Мишина А.Л. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России // Гигиена и санитария. 2013. № 1. С. 33-35.)
2. Avaliani SL, Andrianova MM, Pechennikova EV, Ponomareva OV. Environment. Assessment of health risk (world experience). Moscow: Consulting Center for Risk Assessment, 1996. 158 p. Russian (Авалиани С.Л., Андрианова М.М., Печенникова Е.В., Пономарева О.В. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт). М.: Консультационный центр по оценке риска, 1996. 158 с.)

3. Synzynys BI, Tyantova EN, Melekhova OP. Russian Ecological risk. Moscow: Logos Publ., 2005. 96 p. Russian (Сынзыныс Б.И., Тянтова Е.Н., Мелехова О.П. Экологический риск. М.: Логос, 2005. 96 с.)
4. Guidelines for the assessment of the public health risk when exposed to chemicals polluting the environment «G 2.1.10.1920-04». Moscow: Federal Center for Sanitary and Epidemiological Supervision of the Russian Ministry of Health, 2004. 143 p. Russian (Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. 143 с.)
5. Golikov RA, Surzhikov DV, Kisilitsyna VV, Shtaiger VA. Influence of environmental pollution to the health of the population (review of literature). *Scientific Review. Medical Sciences*. 2017; (5): 20-31. Russian (Голиков Р.А., Суржилов Д.В., Кислицына В.В., Штайгер В.А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы) // Научное обозрение. Медицинские науки. 2017. № 5. С. 20-31.)
6. Surzhikov DV, Kisilitsyna VV, Korsakova TG. Risk assessment for health of population in an industrial city from atmospheric emissions of plant of construction products. *Medicine in Kuzbass*. 2017; (3): 47-51. Russian (Суржилов Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г. Оценка риска для здоровья населения промышленного города от атмосферных выбросов завода строительных изделий // Медицина в Кузбассе. 2017. № 3. С. 47-51.)
7. Zakharenkov VV, Golikov RA, Surzhikov DV, Oleshchenko AM, Kisilitsyna VV, Korsakova TG. Risk assessment for the population health related to the emissions of large enterprises. *International Journal of Applied and Basic Research*. 2016; (7): 801-804. Russian (Захаренков В.В., Голиков Р.А., Суржилов Д.В., Олещенко А.М., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г. Оценка риска для здоровья населения, связанного с выбросами крупных предприятий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 7. С. 801-804.)
8. Surzhikov DV, Kisilitsyna VV, Oleshchenko AM. Influence of the emissions of coal industry enterprises on public health. *Medicine in Kuzbass*. 2017; (3): 27-32. Russian (Суржилов Д.В., Кислицына В.В., Олещенко А.М. Влияние выбросов предприятий угольной промышленности на здоровье населения // Медицина в Кузбассе. 2017. № 3. С. 27-32.)
9. Rakhmanin YA, Novikov SM, Avaliani SL, Sinitsyna OO, Shashina TA. Actual problems of environmental factors risk assessment on human health and ways to improve it. *Health Risk Analysis*. 2015; (2): 4-11. Russian (Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Синицына О.О., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования // Анализ риска здоровью. 2015. № 2. С. 4-11.)
10. Novikov SM, Fokin MV, Unguryanu TN. Actual problem of methodology and development of evidence-based health risk assessment associated with chemical exposure. *Hygiene and Sanitation*. 2016; 95(8): 711-716. Russian (Новиков С.М., Фокин М.В., Унгуряну Т.Н. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95, № 8. С. 711-716.)
11. Zaytseva NV, Ustinova OY, Sboev AS. Medical and preventive technologies for risk management of health problems associated with exposure to environmental factors. *Hygiene and Sanitation*. 2016; 95(1): 17-22. Russian (Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Сбоев А.С. Медико-профилактические технологии управления риском нарушений здоровья, ассоциированных с воздействием факторов среды обитания // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95, № 1. С. 17-22.)
12. Zakharenkov VV, Kisilitsyna VV. Prioritization of environmental measures based on risk assessment for the health of the population of an industrial city. *Successes of Contemporary Natural Science*. 2014; (2): 12-15. Russian (Захаренков В.В., Кислицына В.В. Определение приоритетности природоохранных мероприятий на основе оценки риска для здоровья населения промышленного города // Успехи современного естествознания. 2014. № 2. С. 12-15.)

