

Информация для цитирования:

Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Мотуз И.Ю., Штайгер В.А. ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА, СВЯЗАННОГО С АТМОСФЕРНЫМИ ВЫБРОСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ // Медицина в Кузбассе. 2022. №2. С. 20-24.

Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Мотуз И.Ю., Штайгер В.А.

ФГБНУ НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний,
г. Новокузнецк, Россия



ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА, СВЯЗАННОГО С АТМОСФЕРНЫМИ ВЫБРОСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Предмет исследования – атмосферные выбросы предприятия строительной промышленности.

Цель исследования – оценить риск для здоровья населения от воздействия атмосферных выбросов ООО «Кузнецкий завод легких конструкций», расположенного в городе Новокузнецке Кемеровской области.

Методы исследования. Проведена оценка выбросов предприятия на основе анализа тома предельно допустимых выбросов. Рассчитаны индексы опасности загрязняющих веществ. Определены максимальные и среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в каждой точке воздействия концентраций, связанной с микрорайонами жилой застройки. Рассчитаны риски хронической интоксикации и канцерогенные риски для здоровья населения. Полученные значения рисков сравнивались с приемлемыми уровнями рисков.

Основные результаты. Выявлены вещества, имеющие основной удельный вес в суммарных выбросах предприятия. Среди неканцерогенных веществ основными загрязнителями оказались взвешенные вещества, а также диметилбензол (ксилол), триоксид железа, уайт-спирит и керосин. Основным канцерогенным веществом, содержащимся в выбросах предприятия, является хром шестивалентный. Определены индексы неканцерогенной и канцерогенной опасности загрязняющих веществ. Наибольшие индексы неканцерогенной опасности выявлены у марганца и его соединений, взвешенных веществ и диметилбензола (ксилола). Максимальным индексом канцерогенной опасности обладает хром. Рассчитаны риски хронической интоксикации и канцерогенные риски по точкам воздействия концентраций. Проведено сопоставление суммарных рисков хронической интоксикации и канцерогенного риска с приемлемыми уровнями в выбранных микрорайонах города.

Заключение. Полученные значения рисков не превышают приемлемый уровень, поэтому атмосферные выбросы Кузнецкого завода легких конструкций не оказывают значительного воздействия на состояние здоровья жителей города.

Ключевые слова: методология оценки риска; атмосферные выбросы; загрязняющие вещества; индекс опасности; риск хронической интоксикации; канцерогенный риск.

Surzhikov D.V., Kislitsyna V.V., Motuz I.Yu., Shtaiiger V.A.

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia

ASSESSMENT OF RISKS TO THE HEALTH OF THE POPULATION OF AN INDUSTRIAL CITY ASSOCIATED WITH ATMOSPHERIC EMISSIONS FROM THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Subject of research – atmospheric emissions of the construction industry.

Objective of research – assess the risk to public health from the effects of atmospheric emissions from Kuznetsk Light Construction Plant LLC, located in the city of Novokuznetsk, Kemerovo Region.

Methods of research. The assessment of the emissions of the enterprise based on the analysis of the volume of maximum permissible emissions. The indices of hazard of pollutants were calculated. The maximum and average annual concentrations of pollutants at each point of exposure to concentrations associated with residential microdistricts were determined. The risks of chronic intoxication and carcinogenic risks to public health have been calculated. The resulting risk values were compared with the acceptable risk levels.

Main results. Substances have been identified that have a major share in the total emissions of the enterprise. Among the non-carcinogenic substances, the main pollutants were suspended solids, as well as dimethylbenzene (xylene), iron trioxide, white spirit and kerosene. The main carcinogen in the plant's emissions is hexavalent chromium. The indices of non-carcinogenic and carcinogenic hazard of pollutants were determined. The highest indices of non-carcinogenic hazard were found for manganese and its compounds, suspended solids and dimethylbenzene (xylene). Chromium has the highest carcinogenic hazard index. The risks of chronic intoxication and carcinogenic risks were calculated for the points of exposure to concentrations. Comparison of the total risks of chronic intoxication and carcinogenic risk with acceptable levels in the selected micro-districts of the city was carried out.

Conclusions. The obtained risk values do not exceed the acceptable level, therefore, atmospheric emissions from the Kuznetsk light-weight construction plant do not have a significant impact on the health of the city residents.

Key words: risk assessment methodology; atmospheric emissions; pollutants; hazard index; risk of chronic intoxication; carcinogenic risk.

Экологическая ситуация промышленного города характеризуется высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха техногенными веществами, различными по своему составу, свойствам и происхождению [1]. Любое промышленное предприятие в результате своего производственного цикла выбрасывает в окружающую воздушную среду различные вещества, являющиеся отходами производства [2, 3]. Они способны оказывать негативное воздействие на здоровье населения города, вызывать ответные реакции организма и специфические заболевания. По своему воздействию на организм загрязняющие вещества делятся на канцерогенные, вызывающие развитие злокачественных новообразований, и неканцерогенные, определяющие увеличение хронических заболеваний [4].

С целью прогнозирования ухудшения состояния здоровья населения в результате загрязнения окружающей среды выбросами промышленных предприятий разработана методология оценки риска [5]. Методология оценки риска основывается на положении о том, что стабильное присутствие в окружающей среде потенциально опасных для здоровья человека химических соединений создает определенную степень реального риска нарушения здоровья городского населения [6, 7].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее исследование проведено на ООО «Кузнецкий завод легких конструкций», входящем в состав компании ООО «Кузнецкие металлоконструкции» и расположенном в городе Новокузнецке Кемеровской области. Основными видами деятельности данного предприятия являются выполнение проектных работ, производство строительных материалов и конструкций, комплектация, доставка и монтаж зданий и сооружений. В работе по оценке для здоровья от выбросов предприятия использовался том предельно допустимых выбросов этого промышленного объекта (том ПДВ). Том ПДВ содержит следующие характеристики предприятия, необходимые для расчетов: наименование и количе-

ство источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, высоты и диаметры этих источников, скорости выхода газовой смеси из устьев источников, температуры отходящих газов, а также массу выбросов каждого из загрязняющих веществ, выраженную как в тоннах в год, так и в граммах в секунду.

Для количественной оценки воздействия загрязняющих веществ на население г. Новокузнецк, население которого составляет примерно 550 тыс. человек, выделено девять точек воздействия концентраций (ТВК) в различных районах города (табл. 1).

Оценка риска для здоровья, связанного с расчетными концентрациями атмосферных примесей, проводилась на основе расчетов максимальных и среднегодовых концентраций с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «ЭКОцентр-Стандарт». Данная программа рассчитывает приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере в соответствии с «Методами расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» [8]. Оценка риска для здоровья населения от воздействия атмосферных выбросов предприятия проводилась на основании «Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [9].

Индивидуальный хронический риск определяется как вероятность развития хронического заболевания или вероятность смерти в результате хронического воздействия и рассчитывался на определенный период воздействия. При расчете эффектов, которые связаны с длительным, т.е. хроническим, воздействием загрязняющих веществ, применялась информация об их осредненных минимум за год концентрациях. Канцерогенный риск — это вероятность формирования онкологического заболевания от воздействия вещества, идентифицированного как ингаляционный канцероген. При наличии на исследуемой территории нескольких точек воздействия все расчеты риска проводились как индивидуально для каждой точки, так и суммарно по всем исследуемым веществам.

Таблица 1
Координаты точек воздействия концентраций
Table 1
Coordinates of points of influence of concentrations

№ ТВК	Широта (градус и секунды)	Долгота (градус и секунды)	Район города	Приближенный микрорайон города
1	53°44' с.ш.	87°07' в.д.	Куйбышевский	Привокзальная площадь
2	53°47' с.ш.	87°20' в.д.	Орджоникидзевский	Микрорайон Белые дома
3	53°46' с.ш.	87°17' в.д.	Орджоникидзевский	Новобайдаевский
4	53°46' с.ш.	87°12' в.д.	Кузнецкий	Микрорайон площади Ленина
5	53°45' с.ш.	87°09' в.д.	Центральный	Микрорайон цирка
6	53°45' с.ш.	87°07' в.д.	Центральный	Микрорайон драмтеатра
7	53°45' с.ш.	87°05' в.д.	Куйбышевский	Микрорайон машзавода
8	53°49' с.ш.	87°10' в.д.	Заводской	Микрорайон Берёзка
9	53°53' с.ш.	87°07' в.д.	Ильинский	Пр. Авиаторов

Полученные величины риска сопоставлялись с их приемлемым значением. Риск, находящийся в интервале 10^{-6} – 10^{-4} , соответствует условно приемлемому (допустимому) риску; именно на этом уровне установлено большинство зарубежных и рекомендуемых международными организациями гигиенических нормативов. Значения индивидуального канцерогенного риска выше 10^{-4} следует расценивать как повышенные. На уровне индивидуального риска эти значения составляют:

- для риска хронической интоксикации (беспопороговый) – 0,02;
- для канцерогенного риска – 0,0001 [9, 10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ООО «Кузнецкий завод легких конструкций» имеет один источник выбросов – вентиляционный выброс (труба № 1). Высота источника составляет 10 м, диаметр – 1,4 м, скорость выхода газовоздушной смеси – 8,86 м/с, температура отходящей газовоздушной смеси – 25,0°C, опасная скорость ветра – 1,48 м/с.

Суммарные выбросы предприятия составляют 3,293 т/год (1,262 г/с). Выбросы неканцерогенных веществ колеблются в пределах от 0,00002 до 1,531 т/год (от 0,0000076 до 0,4048 г/с). Основной вклад вносят взвешенные вещества, выбросы которых составляют 1,531 т/год (0,4048 г/с), а также диметилбензол (ксилол), триоксид железа, уайт-спирит и керосин. Основным канцерогенным веществом, содержащимся в выбросах предприятия, является хром шестивалентный, выбросы которого составляют 0,0013 т/год (0,0007 г/с).

На основе определения индексов опасности для расчета рисков были выбраны следующие неканцерогенные загрязняющие вещества: марганец и его соединения (индекс опасности составил 38500), взвешенные вещества (индекс опасности – 8415), диметилбензол (ксилол) (2200), хром шестивалентный (715), азота диоксид (330), диЖелезо триоксид (170,5), уайт-спирит (170,5), керосин (137,5), метилбензол (толуол) (126,5), фтористые газообразные соединения (44), фториды неорганические (33), бутилацетат (22), ацетон (4,95), углерод оксид (4,51), масло минеральное нефтяное (0,11). Индексы неканцерогенной опасности выбросов в сумме составляют 50870,57. Наибольшим удельным весом обладают марганец и его соединения (75,68 %), взвешенные вещества (16,34 %) и диметилбензол (4,32 %). Для расчета канцерогенного риска был выбран хром шестивалентный, имеющий индекс опасности 7150.

Рассчитанные максимальные концентрации неканцерогенных веществ варьируются в пределах от $4,97 \times 10^{-10}$ до $1,02 \times 10^{-5}$ мг/м³ по точкам воздействия, максимальные концентрации канцерогенного вещества – от $9,94 \times 10^{-9}$ до $2,45 \times 10^{-8}$ мг/м³. Кратности ПДК выявлены в пределах от 0 до 1, что находится в пределах нормы. Наибольшей максимальной концентрацией обладает азота диоксид

($1,01 \times 10^{-5}$) в точке № 7, которая соответствует микрорайону машзавода.

Для расчета средних концентраций канцерогенных и неканцерогенных веществ по точкам воздействия был осуществлен переход к среднегодовым концентрациям путем умножения на весовой коэффициент. Средние концентрации неканцерогенных и канцерогенных веществ по точкам воздействия, выраженные в кратностях превышения ПДК, не превышены и варьируются от $2,08 \times 10^{-12}$ у марганца в микрорайоне Белые дома до $1,03 \times 10^{-5}$ у уайт-спирита в микрорайоне драмтеатра.

При расчете риска хронической интоксикации выявлено, что при постоянном воздействии на жителей города в течение всей жизни в наибольшей степени могут проявляться симптомы хронической заболеваемости в следующих микрорайонах: машзавод (ТВК № 7) – от $1,42 \times 10^{-9}$ до $6,9 \times 10^{-6}$, драмтеатр (ТВК № 6) – от $4,24 \times 10^{-9}$ до $8,58 \times 10^{-6}$, цирк (ТВК № 5) – от $1,42 \times 10^{-9}$ до $6,9 \times 10^{-6}$. Наибольшим воздействием обладают такие вещества, как диЖелезо триоксид, взвешенные вещества, керосин. Общий суммарный риск развития неканцерогенных эффектов составляет в микрорайоне Новобайдаевский $4,7 \times 10^{-6}$ (наименьшее воздействие), максимальное суммарное воздействие примесей ($3,47 \times 10^{-5}$) соответствует микрорайону драмтеатра.

При расчете канцерогенного риска показано, что вероятность получения онкологических заболеваний в течение жизни наибольшая у жителей микрорайонов Новобайдаевский и пр. Авиаторов ($7,03 \times 10^{-9}$ и $6,24 \times 10^{-9}$, соответственно).

В таблице 2 представлены суммарные значения рисков по точкам воздействия, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска. Выявлено, что кратности суммарных значений риска хронической интоксикации по всем ТВК ни в одной из выбранных точек риска не превышают 1, а, следовательно, ниже уровня приемлемого риска (табл. 2). Кратность превышения приемлемого канцерогенного риска также находится в пределах пороговых значений. Полученные результаты свидетельствуют о том, что выбросы ООО «Кузнецкий завод легких конструкций» не оказывают хронического ингаляционного и канцерогенного воздействия на здоровье населения г. Новокузнецк.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Неблагополучное состояние окружающей среды является одним из основных факторов ухудшения состояния здоровья городского населения. Наличие сконцентрированных на ограниченной территории стационарных источников, выбрасывающих взвешенные и токсичные вещества в атмосферу города, является фактором загрязнения воздушной среды. Атмосферные выбросы предприятия строительной отрасли промышленности ООО «Кузнецкий завод легких конструкций» вносят определенный вклад в загрязнение воздуха, не оказывая при этом значи-

тельного воздействия на состояние здоровья жителей Новокузнецка.

Методология оценки риска имеет важное значение для определения приоритетных загрязняющих веществ, которые вносят основной вклад в формирование рисков для здоровья населения. Также одним из основных направлений использования данной методологии является возможность ранжирования районов города по уровням загрязнения, выявление территорий, наиболее неблагоприятных для проживания.

Информация о финансировании и конфликте интересов

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

Таблица 2

Суммарные значения риска по точкам воздействия, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска

Table 2

The total values of the risk by points of exposure, expressed in the frequency of excess of the acceptable risk

№ ТВК	Риск хронической интоксикации	Канцерогенный риск
1	0,0008951	0,000265
2	0,000157	0,0000466
3	0,000235	0,0000703
4	0,000633	0,000187
5	0,0011	0,000326
6	0,001735	0,000516
7	0,0011	0,000326
8	0,000583	0,000173
9	0,00021	0,0000624

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Izmerov NF. Health of able-bodied population in Russia. *Occupational medicine and industrial ecology*. 2005; (11): 2-8. Russian (Измеров Н.Ф. Здоровье трудоспособного населения России // Медицина труда и промышленная экология. 2005. № 11. С. 2-8.)
2. Surzhikov DV. Environmental pollution of the industrial center of metallurgy as a risk factor for health: Abstr. dis. ... doct. biol. sciences. Irkutsk, 2007. 43 p. Russian (Суржиков Д.В. Загрязнение окружающей среды промышленного центра металлургии как фактор риска для здоровья: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Иркутск, 2007. 43 с.)
3. Paramonova ES, Koskina EV, Glebova LA. Ecological and hygienic problems of the Kemerovo Region. *Environmental protection and natural resource management*. 2013; (2): 42-45. Russian (Парамонова Е.С., Коськина Е.В., Глебова Л.А. Эколого-гигиенические проблемы Кемеровской области // Охрана окружающей среды и природопользование. 2013. № 2. С. 42-45.)
4. Surzhikov DV, Osipov VD. Estimation of environmental carcinogenic pollutants influence on population of an industrial city. *Bulletin of Eastern-Siberian scientific center*. 2005; 1(39): 140-142. Russian (Суржиков Д.В., Осипов В.Д. Оценка воздействия канцерогенных загрязнителей окружающей среды на население промышленного города // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2005. № 1(39). С. 140-142.)
5. 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.)
6. Zakharenkov VV, Oleshchenko AM, Surzhikov DV, Kislitsyna VV, Korsakova TG, Golikov RA. Assessment of ecological risks associated with air pollution in residential areas of an industrial city. *Academic Journal of Western Siberia*. 2015; 11(5): 52. Russian (Захаренков В.В., Олещенко А.М., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г., Голиков Р.А. Оценка экологического риска, связанного с загрязнением воздуха жилых зон промышленного города // Академический журнал Западной Сибири. 2015. Т. 11, № 5. С. 52.)
7. Synzynyns BI, Tyantova EN, Melekhova OP. 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.)
8. Methods for calculating the dispersion of emissions of harmful (polluting) substances into the atmospheric air: Introduced from 6.06.17. Moscow: 2017. 110 p. Russian (Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: Введены с 6.06.17. М.: 2017. 110 с.)
9. 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 России, 2004. 143 с.)
10. Shcherbo AP, Kiselev AV. Assessment of the risk from the effects of environmental factors on health. Workshop. SPb.: МАРО, 2005. 92 p. Russian (Щербо А.П., Киселев А.В. Оценка риска от воздействия факторов окружающей среды на здоровье. Практикум. СПб.: МАРО, 2005. 92 с.)

Корреспонденцию адресовать: КИСЛИЦЫНА Вера Викторовна, 654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, д. 23, ФГБНУ НИИ КППЗ.

Тел: 8 (3843) 79-65-49; 8-903-994-8816 E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Сведения об авторах:

СУРЖИКОВ Дмитрий Вячеславович, доктор биол. наук, доцент, зав. лабораторией 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 науч. сотрудник, лаборатория экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия.

E-mail: ecologia_nie@mail.ru

МОТУЗ Ирэна Юрьевна, ст. науч. сотрудник, лаборатория экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

ШТАЙГЕР Варвара Адамовна, науч. сотрудник, лаборатория экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Information about authors:

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

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

MOTUZ Irena Yuryevna, senior researcher, laboratory of human ecology and environmental health, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia.

E-mail: ecologia_nie@mail.ru

SHTAIGER Varvara Adamovna, researcher, laboratory of human ecology and environmental health, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia.

E-mail: ecologia_nie@mail.ru