

Статья поступила в редакцию 3.09.2017 г.

Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г.

Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний,  
г. Новокузнецк, Россия

## ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА ОТ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ ЗАВОДА СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Предмет исследования** – атмосферные выбросы ООО «Завод строительных изделий».

**Цель исследования.** Определить экологический риск для здоровья населения от выбросов ООО «Завод строительных изделий» в атмосферу г. Новокузнецка.

**Методы исследования.** Расчет индексов канцерогенной и неканцерогенной опасности выбросов ООО «Завод строительных изделий»; сопоставление суммарных рисков хронической интоксикации и канцерогенного риска с приемлемыми уровнями по точкам воздействия.

**Основные результаты.** Наибольшим индексом неканцерогенной опасности обладают диоксид азота, оксид азота и керосин; максимальный индекс канцерогенной опасности наблюдается у сажи. Средние концентрации неканцерогенных и канцерогенных веществ по точкам воздействия, выраженные в кратностях превышения ПДК, не превышают норму. Суммарный риск развития неканцерогенных эффектов максимален в Новобайдаевском микрорайоне. Канцерогенный риск наибольший у жителей микрорайонов Новобайдаевский и пр. Авиаторов.

**Заключение.** Выбросы завода строительных изделий не оказывают хронического ингаляционного воздействия на население г. Новокузнецка. Кратность превышения приемлемого риска с суммарным значением канцерогенного риска ингаляционных эффектов находится в пределах нормы.

**Ключевые слова:** завод строительных изделий; атмосферные выбросы; риски для здоровья населения.

Surzhikov D.V., Kislitsyna V.V., Korsakova T.G.

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

RISK ASSESSMENT FOR HEALTH OF POPULATION IN AN INDUSTRIAL CITY  
FROM ATMOSPHERIC EMISSIONS OF PLANT OF CONSTRUCTION PRODUCTS

**Subject** – atmospheric emissions of LLC «Plant of construction products».

**Objective.** To determine the ecological risk to public health from emissions of LLC «Plant of construction products» in the atmosphere of Novokuznetsk.

**Methods.** Calculation of indexes of carcinogenic and non-carcinogenic hazards of the emissions of LLC «Plant of construction products»; comparison of total risks of chronic intoxication and carcinogenic risk with acceptable levels at exposure points.

**Main results.** Dioxide of nitrogen, nitrogen oxide and kerosene have the highest index of non-carcinogenic hazard; the maximum index of carcinogenic danger is detected in soot. The average concentrations of non-carcinogenic and carcinogenic substances by the exposure points expressed in multiples of MPC do not exceed the norm. The total risk of developing non-carcinogenic effects is maximal in Novobaydaevsky microdistrict. Carcinogenic risk is the greatest among the residents of microdistricts of Novobaydaevsky and Aviator prosp.

**Conclusions.** Emissions of the plant of construction products do not have a chronic inhalation effect on the population of Novokuznetsk. The rate of excess of acceptable risk with the total value of the carcinogenic risk of inhalation effects is within the normal range.

**Key words:** plant of construction products; atmospheric emissions; risks to public health.

Охрана здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха является одной из самых значимых задач на сегодняшний день [1]. Для выявления и анализа влияния загрязнений окружающей среды, в том числе и атмосферного воздуха, на здоровье человека используют оценку экологического риска. Оценка экологического риска является важнейшей частью процесса принятия решений, относящихся к охране окружающей среды и экологической безопасности [2, 3]. Из-за наличия особо вредных производств, ухудшения экологической обстановки в мире и регионах, в частности в крупных промышленных центрах, каким является г. Новокузнецк, постоянно увеличивается опасность для жизни и здоровья населения [4-6].

На человека ежедневно воздействует одновременно сложный комплекс множества факторов окружающей среды. Одним из них является химическое загрязнение атмосферного воздуха выбросами предприятий. Выбросы промышленных предприятий обычно представляют собой сложные аэродисперсные системы (аэрозоли), в которых дисперсионная среда является смесью различных газов, паров, пылей и их смесей. От воздействия загрязняющих веществ увеличиваются показатели заболеваемости и ухудшается функциональное состояние организма человека, о чем свидетельствуют участвовавшие жалобы населения, которое проживает в условиях загрязненной окружающей среды, на неприятные запахи, головные боли, общее плохое самочувствие и другие дискомфортные состояния, а также данные медицинской статистики. Для научного обоснования взаимосвязи между ухудшением состояния здоровья и загрязнением среды проводится оценка экологического риска загрязненной территории [4, 7].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее исследование проведено на ООО «Завод строительных изделий» г. Новокузнецка. В ра-

### Корреспонденцию адресовать:

КИСЛИЦЫНА Вера Викторовна,  
654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, д. 23,  
ФГБНУ «НИИ КППЗ».  
Тел.: 8 (3843) 79-65-49; +7-903-994-88-16.  
E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

боте выявлены основные источники выбросов на предприятии, определены индексы сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности по загрязняющим веществам и по источникам загрязнения.

Коэффициенты опасности рассчитывались отдельно по каждому веществу в каждой расчетной точке и дифференцировались для разных условий (острое и хроническое воздействие). Коэффициент опасности представляет собой кратность референтной концентрации для острого или хронического воздействия от максимальной или среднегодовой расчетной концентрации токсичного вещества в приземном слое воздуха. Индекс опасности является суммой коэффициентов опасности от отдельных загрязняющих веществ.

Для определения рисков от воздействия выбросов, согласно методике расчетов концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятия (ОНД-86), рассчитаны концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, которые содержатся в выбросах ООО «Завод строительных изделий» г. Новокузнецка [8]. Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентраций, соответствующим неблагоприятным метеорологическим условиям, в том числе опасной скорости ветра.

Индивидуальный хронический риск определялся как вероятность приобретения 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 концентрациях (минимум за год). При наличии на исследуемой территории нескольких точек воздействия концентраций токсичных веществ (ТВК) все расчеты риска проводились как индивидуально для каждой точки, так и суммарно по всем исследуемым веществам. Поскольку индивидуальный риск определяется в точке, то делается предположение, что в продолжение всего периода воздействия индивидуум находится в данной точке.

Для канцерогенных эффектов обычно вычисляется пожизненный риск, при этом делается предположение о том, 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). Пожизненный ингаляционный канцерогенный риск — это вероятность получения онкологического заболевания от вдыхания вещества, идентифицированного как ингаляционный канцероген.

Далее полученные величины риска сопоставлялись с их приемлемым значением. Риск, находящийся в интервале  $10^{-6}$ - $10^{-4}$ , соответствует уровню условно приемлемого (допустимого) риска; именно этот уровень установлен большинством международных гигиенических нормативов для населения в целом. Значения индивидуального канцерогенного риска выше  $10^{-4}$  следует расценивать как повышенные. На уровне индивидуального риска эти значения составляют:

- для риска хронической интоксикации (беспороговый) — 0,02;
- для канцерогенного риска — 0,0001 [2, 4, 7].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В состав ООО «Завод строительных изделий» входят производственный цех, складской комплекс и офисные помещения. Основными видами деятельности завода являются: производство товарного бетона и изделий из бетона, гипса и цемента для использования в строительстве; производство строительных металлических конструкций и изделий; производство неметаллических минеральных продуктов. Источники выделения загрязняющих веществ — котельная (котел марки ДЕ-4-14 ГМ-О, ГРП шкафного типа, газопровод), складские помещения (склад песка, щебня, граншлака, склад цемента, погрузочный бункер), бетонно-растворный узел (транспортная лента, погрузка); станки, резка, сварка металла. Источниками выбросов вредных веществ являются труба (4 шт.); вытяжная система (1 шт.); неорганизованные источники (13 шт.).

В таблице 1 представлены показатели индекса сравнительной неканцерогенной и канцерогенной опасности по загрязняющим веществам.

Индексы неканцерогенной опасности выбросов в сумме составляют 16166,58. Наибольшим удельным весом обладают диоксид азота, оксид азота и керосин. Наименьшим удельным весом обладают метан, бенз(а)пирен, пыль неорганическая. Максимальный индекс опасности канцерогенных веществ наблюдается у сажи — 121. Суммарный индекс опасности канцерогенных веществ равен 121,165.

В таблице 2 представлены показатели индекса сравнительной неканцерогенной и канцерогенной опасности выбросов по источникам загрязнения.

Наибольший индекс неканцерогенной опасности имеют такие источники выбросов, как котёл ДЕ-4-14 ГМ-О и ГВС от бульдозера. Наибольшим индексом канцерогенной опасности обладают выбросы котла ДЕ-4-14 ГМ-О и ГВС от бульдозера.

Выбросы неканцерогенных веществ колеблются в пределах от 0,0000003 до 5,197 т/год и от 0,00000002 до 0,303 г/с, среднее значение весового коэффициента колеблется в пределах от 0,232 до 0,69. Весо-

**Таблица 1**  
**Индексы опасности выбросов по загрязняющим веществам**  
**Table 1**  
**Indexes of emission hazard by pollutants**

Загрязняющая примесь	Индекс опасности	Удельный вес, %
Неканцерогенная опасность		
Диоксид азота	12039,5	74,47
Оксид азота	1815	11,23
Оксид углерода	285,835	1,77
Бенз(а)пирен	1,65	0,01
Метан	0,594	0,004
Углерод (Сажа)	121	0,75
Диоксид серы	82,5	0,51
Керосин	1760	10,886
Пыль неорганическая 70-20 %	60,5	0,374
Суммарно	16166,58	100
Канцерогенная опасность		
Углерод (Сажа)	121	99,86
Бенз(а)пирен	0,165	0,14
Суммарно	121,165	100

**Таблица 2**  
**Индексы опасности выбросов по источникам загрязнения**  
**Table 2**  
**Indexes of emission hazard by pollution sources**

Наименование источника выбросов	Индекс опасности	Удельный вес, %
Неканцерогенная опасность		
Котёл ДЕ-4-14 ГМ-О	13277,715	82,13
ГРП шкафного типа	0,572	0,0035
Газопровод	0,022	0,0001
ГВС от бульдозера	2827,77	17,5
Погрузка	60,5	0,374
Суммарно	16166,58	100
Канцерогенная опасность		
Котёл ДЕ-4-14 ГМ-О	0,165	0,14
ГВС от бульдозера	121	99,86
Суммарно	121,165	100

### Сведения об авторах:

СУРЖИКОВ Дмитрий Вячеславович, доктор биол. наук, доцент, зав. лабораторией прикладных гигиенических исследований, ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

КИСЛИЦЫНА Вера Викторовна, канд. мед. наук, зав. лабораторией экологии и гигиены окружающей среды, ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

КОРСАКОВА Татьяна Георгиевна, канд. биол. наук, ведущий науч. сотрудник, лаборатория прикладных гигиенических исследований, ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

вой коэффициент представляет собой частное от выбросов в тоннах в год (т/год), переведенное в единицы измерения грамм в секунду (г/с), к максимально возможному выбросу (г/с). Выбросы канцерогенных веществ находятся в пределах от  $0,3 \times 10^5$  до  $0,022$  т/год и от  $0,2 \times 10^6$  до  $0,003$  г/с; максимальный весовой коэффициент, равный  $0,475$ , принадлежит бенз(а)пирену, минимальный, равный  $0,232$  — углероду (сажа) (табл. 3).

Наибольшее количество выбросов поступает от таких источников выбросов ООО «Завод строительных изделий», как котёл ДЕ-4-14 ГМ-О, равное  $7,446$  т/год и  $0,424$  г/с. Характеристика выбросов по источникам загрязнения отображена в таблице 4.

Для количественной оценки воздействия вредных веществ на население г. Новокузнецк (550 тысяч человек) выделено девять микрорайонов в различных районах — 9 точек воздействия концентраций токсичных веществ. Данные ТВК использовались для расчета рисков, связанных с выбросами в воздушный бассейн ООО «Завод строительных изделий». Рассчитано, что максимальные концентрации неканцерогенных веществ варьируются от  $4,6 \times 10^{-12}$  мг/м<sup>3</sup> до  $3,62 \times 10^3$  мг/м<sup>3</sup> по различным точкам воздействия, максимальные концентрации канцерогенных веществ — от  $4,6 \times 10^{-12}$  мг/м<sup>3</sup> до  $7,08 \times 10^{-5}$  мг/м<sup>3</sup>. Кратности ПДК, находящиеся в пределах от 0 до 1, не превышают нормы. Наибольшее значение крат-

ности ПДК имеет диоксид азота —  $0,011$  в точке, наиболее близкой к предприятию, а именно в микрорайоне пр. Авиаторов.

Средние концентрации неканцерогенных и канцерогенных веществ по точкам воздействия, выраженные в кратностях превышения ПДК, не превышены и варьируются от  $2,18 \times 10^{-12}$  у бенз(а)пирена в микрорайоне Привокзальной площади до  $9,2 \times 10^4$  у оксида углерода в микрорайоне пр. Авиаторов.

В г. Новокузнецк при постоянном воздействии на протяжении всей жизни в наибольшей степени могут проявляться симптомы хронической заболеваемости в следующих микрорайонах: Новобайдаевский — от  $1,83 \times 10^8$  до  $4,62 \times 10^4$ , Белые дома — от  $1,37 \times 10^8$  до  $3,5 \times 10^4$ , пр. Авиаторов — от  $1,72 \times 10^8$  до  $4,36 \times 10^4$ . Наибольшим воздействием обладают такие вещества, как диоксид азота, оксид углерода, сажа. Общий суммарный риск развития неканцерогенных эффектов составляет в микрорайоне Привокзальной площади  $1,35 \times 10^5$  (наименьшее воздействие), максимальное суммарное воздействие примесей ( $5,42 \times 10^4$ ) соответствует микрорайону Новобайдаевский.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов осуществлялась путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия (индекс/коэффициент опасности). В работе выявлено, что наибольшему риску воздей-

**Таблица 3**  
**Характеристика выбросов по неканцерогенным и канцерогенным веществам**  
**Table 3**  
**Characteristics of emissions by non-carcinogenic and carcinogenic substances**

Примесь	Выбросы (суммарно по источникам), т/год	Выбросы (суммарно по источникам), г/с	Весовой коэффициент, минимум	Весовой коэффициент, максимум	Весовой коэффициент, среднее
Неканцерогенные вещества					
Диоксид азота	2,189	0,131	0,309	0,56	0,434
Оксид азота	0,33	0,019	0,551	0,551	0,551
Углерод оксид	5,197	0,303	0,278	0,556	0,417
Бенз(а)пирен	0,0000003	0,00000002	0,475	0,475	0,475
Метан	0,0108	0,1595	$7,97 \cdot 10^{-5}$	0,66	0,33
Углерод (Сажа)	0,022	0,003	0,232	0,232	0,232
Диоксид серы	0,015	0,002	0,238	0,238	0,238
Керосин	0,032	0,004	0,254	0,254	0,254
Пыль неорганическая 70-20 %	0,011	0,0005	0,69	0,69	0,69
Суммарно	7,807	0,622	-	-	-
Канцерогенные вещества					
Бенз(а)пирен	0,0000003	0,00000002	0,475	0,475	0,475
Углерод (Сажа)	0,022	0,003	0,232	0,232	0,232
Суммарно	0,0220003	0,00300002	-	-	-

**Information about authors:**

SURZHNIKOV Dmitry Vyacheslavovich, doctor of biology, associate professor, head of the laboratory for applied hygienic researches, 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, head of the laboratory of ecology and environmental health, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

KORSAKOVA Tatyana Georgievna, candidate of biological sciences, leading research associate, the laboratory for applied hygienic researches, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

**Таблица 4**  
**Характеристика выбросов по источникам загрязнения**  
**Table 4**  
**Characteristics of emissions by pollution sources**

Источник выбросов	Выбросы (суммарно по веществам), т/год	Выбросы (суммарно по веществам), г/с
Котёл ДЕ-4-14 ГМ-О	7,446	0,424
ГРП шкафного типа	0,0104	0,0005
Газопровод	0,0004	0,159
ГВС от бульдозера	0,339	0,038
Погрузка	0,011	0,0005
Суммарно	7,8068	0,6265

твия загрязняющих веществ подвержены жители микрорайонов Новобайдаевский, Белые дома и пр. Авиаторов.

Вероятность получения онкологических заболеваний в течение жизни наибольшая у жителей микрорайонов Новобайдаевский и пр. Авиаторов.

Суммарные значения риска по точкам воздействия, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска, представлены в таблице 5.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

**Таблица 5**  
**Суммарные значения риска по точкам воздействия, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска**  
**Table 5**  
**Total risk values by impact points expressed in multiples of the maximum acceptable risk**

№ ТВК	Риск хронической интоксикации	Канцерогенный риск
1	$6,05 \times 10^{-4}$	$8,17 \times 10^{-6}$
2	$1,49 \times 10^{-2}$	$5,46 \times 10^{-4}$
3	$1,96 \times 10^{-2}$	$5,99 \times 10^{-4}$
4	$7,43 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-5}$
5	$8,44 \times 10^{-4}$	$1,14 \times 10^{-5}$
6	$9,31 \times 10^{-4}$	$1,26 \times 10^{-5}$
7	$7,26 \times 10^{-4}$	$9,81 \times 10^{-6}$
8	$8,92 \times 10^{-4}$	$1,21 \times 10^{-5}$
9	$1,85 \times 10^{-2}$	$6,87 \times 10^{-4}$

Примечание: ТВК - точки воздействия концентраций.

Note: PEC - points of exposure to concentrations.

го риска, по большинству точек не превышают 1, таким образом, можно сделать вывод, что выбросы загрязняющих веществ ООО «Завод строительных изделий» не оказывают сильного воздействия на рост хронической и онкологической заболеваемости жителей г. Новокузнецка.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- 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).
- Shcherbo AP, Kiselev AV. Assessment of the risk from the effects of environmental factors on health. Workshop. St. Petersburg: 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.).
- Kislitsyna VV. Influence of atmospheric air pollution on public health of an industrial city. *Academic journal of Western Siberia*. 2013; 9(3): 86-87. Russian (Кислицына В.В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения промышленного города // Академический журнал Западной Сибири. 2013. Т. 9, № 3. С. 86-87).
- Surzhikov DV. Environmental pollution of the industrial center of metallurgy as a risk factor for health. Dr. biol. sci. diss. Novokuznetsk, 2007. 364 p. Russian (Суржилов Д.В. Загрязнение окружающей среды промышленного центра металлургии как фактор риска для здоровья: дис. ... докт. биол. наук. Новокузнецк, 2007. 364 с.).
- Surzhikov VD, Surzhikov DV, Golikov RA. Pollution of atmospheric air of an industrial city as a factor of non-carcinogenic risk for public health. *Hygiene and sanitation*. 2013; (1): 47-49. Russian (Суржилов В.Д., Суржилов Д.В., Голиков Р.А. Загрязнение атмосферного воздуха промышленного города как фактор неканцерогенного риска для здоровья населения // Гигиена и санитария. 2013. № 1. С. 47-49).
- Klimov P, Surzhikov VD, Surzhikov DV, Bolshakov VV. Assessment of anthropogenic air pollution in Novokuznetsk. *Herald of Kemerovo State University*. 2011; (2): 190-194. Russian (Климов П.В., Суржилов В.Д., Суржилов Д.В., Большаков В.В. Оценка антропогенного загрязнения атмосферного воздуха г. Новокузнецка // Вестник Кемеровского государственного университета. 2011. № 2. С. 190-194).
- Guidelines for the assessment of the public health risk when exposed to chemicals polluting the environment «G 2.1.10.1920-04». М.: 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.).
- Method for calculating the concentrations in atmospheric air of adverse substances contained in the emissions of enterprises (OND-86). Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986. 65 p. Russian (Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). Л.: Гидрометеиздат, 1986. 65 с.).

