



УДК 614.7:616-02

В.Б. Гурвич¹, А.С. Корнилов², Л.И. Привалова¹, А.Н. Лаврентьев², С.В. Ярушин¹

РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В ГОРОДАХ С РАЗВИТОЙ МЕДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ

¹ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, ул. Попова, д. 30, Екатеринбург, Россия, 620014

²ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области», пер. Отдельный, д. 3, Екатеринбург, Россия, 620078

Результатами исследований определен значимый вклад техногенного загрязнения среды обитания в городах с развитой медной промышленностью в индивидуальный риск для здоровья населения Свердловской области.

Ключевые слова: оценка риска для здоровья, промышленные города с развитой медной промышленностью.

V.B. Gurvich¹, A.S. Kornilov², L.I. Privalova¹, A.N. Lavrent'ev, S.V. Yarushin¹. **Health risks for residents of cities with developed copper² industry**

¹Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, 30, ul. Popova, Yekaterinburg, Russia, 620014

²Center for Hygiene and Epidemiology in the Sverdlovsk Region, 3, pereulok Otdelny, Yekaterinburg, Russia, 620078

The study results stressed considerable contribution of technogenic environmental pollution in cities with developed copper industry into individual health risk of Sverdlovsk region population.

Key words: health risk evaluation, industrial cities with developed copper industry.

Результаты проведения социально-гигиенического мониторинга (СГМ) в Свердловской области свидетельствуют о том, что по степени влияния на здоровье населения вклад санитарно-гигиенических факторов преобладает над социально-экономическими. Аналогичная ситуация отмечается и в целом по Российской Федерации. По последним данным [2] влиянию санитарно-гигиенических факторов подвержено 81,3% населения области. Для повышения методической вооруженности СГМ на аналитическом этапе и более обоснованных рекомендаций для управленческого звена в Свердловской области используется методология оценки многосредового риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, причем не только в рамках исследования отдельных зон, но и для сравнения городов или территорий на областном уровне.

С 2003 г. по настоящее время проведены работы по оценке многосредового риска (в связи загрязнением атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды и продуктов питания [5,8]) для здоровья населения, проживающего в 14 городах Свердловской области

с общей численностью жителей свыше 3 млн человек (более 70% населения области): Асбест, Екатеринбург, Каменск-Уральский, Кировград, Краснотурьинск, Красноуральск, Нижний Тагил, Серов, Верхняя Пышма, Полевской, Реж, Сухой Лог, Первоуральск, Ревда.

Из этих городов к территориям, в которых на здоровье населения могут оказывать негативное влияние предприятия медной промышленности, относятся: Первоуральск и Ревда, рассматриваемые как один промышленный узел (предприятие «Среднеуральский медеплавильный завод»), Кировград (производство полиметаллов «Уралэлектромедь»), Красноуральск (производство черновой меди «Святогор»), Верхняя Пышма (производство рафинированной меди «Уралэлектромедь»).

Цель работы. Определение вклада техногенного загрязнения среды обитания городов с развитой медной промышленностью в наиболее значимые риски для здоровья населения, оцененные в 14 экологически неблагоприятных территориях, характеризующих основной промышленный потенциал и социально-экономическое развитие Свердловской области.

Идентификация опасности и оценка зависимости «доза-ответ» выполнены на основе доступных источников с приоритетом выбора зависимостей, установленных в эпидемиологических исследованиях [7].

Для оценки экспозиции был организован мониторинг среды обитания (как минимум годичный). Отбор проб питьевой воды производился в разводящей сети посезонно с учетом особенностей существующих систем централизованного водоснабжения. Исследование загрязнения почвы производилось с учетом равномерной сети наблюдения [1]. При оценке пищевого пути экспозиции населения использованы данные мониторинга продуктов питания, реализуемых в торговых точках с наибольшим объемом продаж и продуктов, выращенных и произведенных в местных условиях (овощи, фрукты, грибы, варенье). Изучение объема их потребления разными группами населения проведено методом анкетирования [6]. Рассчитаны приземные концентрации химических веществ с учетом выбросов от основных промпредприятий и автотранспорта [3,4].

Результаты характеристики многосредового риска для здоровья населения свидетельствуют, что наиболее значимыми в Свердловской области являются:

— ингаляционный риск преждевременной смертности от воздействия взвешенных частиц (PM_{10} и $PM_{2,5}$) и диоксида серы, канцерогенные риски бенз(а)пирена, формальдегида, риск токсического действия диоксида азота;

— многосредовой риск задержки психического развития детей в связи с воздействием свинца (оцененный на основе биокинетического моделирования его содержания в крови), суммарный канцерогенный риск, риск поражения почечных канальцев соединениями кадмия.

При ингаляционной экспозиции населения наиболее значимы риски ежегодной дополнительной смертности (табл. 1).

Таблица 1

Количество прогнозируемых случаев смерти в год в связи с воздействием взвешенных частиц и диоксида серы

Город	PM_{10} и $PM_{2,5}$		Диоксид серы	
	всего	на 1000 населения	всего	на 1000 населения
Первоуральск	28	0,201	7	0,05
Ревда	15	0,224	6	0,09
Кировград	7	0,332	0,47	0,02
Красноуральск	12	0,348	4	0,12
Верхняя Пышма	4	0,092	0,34	0,01
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	66	0,216	18	0,06
<i>Итого по 14 экологически неблагополучным городам</i>	2 867	1,223	118	0,05

В связи с воздействием взвешенных частиц в рассматриваемых пяти городах с предприятиями медной

промышленности прогнозируется 66 случаев смерти в год (в основных промышленных городах Свердловской области — 2867 случаев), а в связи с воздействием диоксида серы — 18 случаев (в основных промышленных городах — 118 случаев). Несмотря на относительно малый вклад загрязнения атмосферы в городах с предприятиями медной промышленности в общий популяционный риск дополнительной смертности населения (2,3% по взвешенным частицам и 15,2% по диоксиду серы), обращает на себя внимание величина интенсивного показателя смертности (0,06 на 1000 населения) в связи с воздействием диоксида серы (близкая по смыслу к индивидуальному риску), превышающая аналогичный показатель по основным городам области (0,05 на 1000 населения) в 1,2 раза. Наиболее высокие интенсивные показатели риска смертности в связи с воздействием диоксида серы, превышающие как среднее значение по массиву из пяти городов с медной промышленностью, так и аналогичный показатель по основным городам области, прогнозируются в Ревде и Красноуральске. Средний показатель дополнительной смертности в связи с экспозицией взвешенных частиц (1,223 на 1000 населения), характеризующий все основные промышленные города области, превышает аналогичный, рассчитанный для городов с развитой медной промышленностью (0,216 на 1000 населения) в 5,7 раза.

Учитывая, что ингаляционное воздействие бенз(а)пирена в основных промышленно развитых городах области, где данный загрязнитель атмосферы с его многосредовой экспозицией был обоснован как приоритетный, прогнозируется 164 дополнительных случая онкологических заболеваний на протяжении всей жизни популяции (табл. 2). Исходя из представленных показателей, вклад загрязнения атмосферы бенз(а)пиреном в общий канцерогенный риск для здоровья населения Свердловской области минимальный (популяционный риск намного меньше одного случая, индивидуальный канцерогенный риск в соответствии с [3] относится к первому диапазону). Для канцерогенного риска формальдегида характерна аналогичная ситуация (табл. 3).

Таблица 2

Показатели канцерогенного риска для здоровья населения в связи с ингаляционным воздействием бенз(а)пирена

Город	CR ¹	Диапазон	PCR ²
Первоуральск	$1,9 \times 10^{-7}$	1-й	0,04
Ревда	$1,7 \times 10^{-8}$	1-й	0,003
Кировград	$2,1 \times 10^{-7}$	1-й	0,004
Красноуральск	—	—	—
Верхняя Пышма	$1,5 \times 10^{-9}$	1-й	0,0001
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	$1,0 \times 10^{-7}$	1-й	0,04
<i>Итого по 14 экологически неблагополучным городам</i>	$4,2 \times 10^{-5}$	2-й	164

Примечания к табл. 2, 3, 6: 1 — индивидуальный канцерогенный риск; 2 — популяционный канцерогенный риск.

Таблица 3

Показатели канцерогенного риска в связи с воздействием формальдегида

Город	CR ¹	Диапазон	PCR ²
Первоуральск	$3,1 \times 10^{-6}$	2-й	0,5
Ревда	$8,0 \times 10^{-7}$	1-й	0,1
Кировград	$1,3 \times 10^{-7}$	1-й	0,003
Красноуральск	–	–	–
Верхняя Пышма	$6,0 \times 10^{-7}$	1-й	0,03
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	$1,2 \times 10^{-6}$	2-й	0,7
<i>Итого по 14 экологически неблагоприятным городам</i>	$5,8 \times 10^{-6}$	2-й	41

В связи с воздействием диоксида азота на уровне расчетных максимальных разовых концентраций (табл. 4), средняя величина коэффициента опасности (HQ = 1,7), характеризующая область в целом, свидетельствует о высокой вероятности проявления неблагоприятных эффектов.

Таблица 4

Коэффициенты опасности (HQ) при остром и хроническом воздействии диоксида азота

Город	HQ при остром воздействии	HQ при хроническом воздействии
Первоуральск	0,72	0,3
Ревда	0,40	1,4
Кировград	–	–
Красноуральск	0,21	0,04
Верхняя Пышма	0,4	0,2
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	0,4	0,5
<i>Итого по 14 экологически неблагоприятным городам</i>	1,7	0,7

Средний вклад загрязнения атмосферы данным газом в городах с предприятиями медной промышленности (HQ=0,4) в коэффициент опасности, характеризующий область в целом — 24%. При оценке воздействия диоксида азота на уровне среднегодовых расчетных концентраций средние величины коэффициентов опасности, характеризующих загрязнение атмосферы в городах с предприятиями медной промышленности и в основных промышленно развитых муниципальных образованиях Свердловской обла-

сти, находятся примерно на одном уровне (HQ=0,5 и HQ=0,7, соответственно). Из всех рассматриваемых городов средний коэффициент опасности, превышающий 1,0, характерен только для Ревды (HQ=1,4 при хроническом воздействии диоксида азота).

При **многосредовой** экспозиции наиболее значимым риском для здоровья является задержка психического развития (ЗПР) детского населения под воздействием неорганических соединений свинца. Прогнозируемые неблагоприятные эффекты, оцененные на основе биокинетического моделирования содержания свинца в крови, показаны в табл. 5.

В 14 экологически неблагополучных городах прогнозируется 659 случаев задержки психического развития у детей дошкольного возраста. Загрязнение среды обитания свинцом на территориях с развитой медной промышленностью формирует основной вклад в риск для здоровья населения. Популяционный риск ЗПР у детей в рассматриваемых пяти городах составляет 192 случая, т. е. порядка 30% от аналогичного показателя, характеризующего область в целом. Интенсивный показатель (8,73 на 1000 населения), близкий по смыслу к индивидуальному риску, превышает аналогичную величину для основных промышленно развитых городов области (5,26 на 1000 населения) в 1,7 раза. Основной «вкладчик» в данный показатель риска для здоровья — город Кировград, в котором прогнозируется 89,24 случаев ЗПР на 1000 детей дошкольного возраста.

В табл. 6 представлены показатели риска для здоровья в связи с суммарным воздействием канцерогенов.

Таблица 6

Показатели суммарного канцерогенного риска

Город	CR ¹	Диапазон	PCR ²
Первоуральск	$1,9 \times 10^{-3}$	4-й	302
Ревда	$8,1 \times 10^{-4}$	3-й	57
Кировград	$1,1 \times 10^{-2}$	4-й	193
Красноуральск	$3,0 \times 10^{-3}$	4-й	87
Верхняя Пышма	$2,0 \times 10^{-3}$	4-й	72
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	$3,8 \times 10^{-3}$	4-й	711
<i>Итого по 14 экологически неблагоприятным городам</i>	$4,5 \times 10^{-3}$	4-й	7 265

При **многосредовой** экспозиции населения к канцерогенным химическим соединениям в пяти городах

Таблица 5

Риски для здоровья в связи с многосредовым воздействием свинца

Город	Уровень содержания свинца в крови, мкг/дл	Задержка психического развития	
		всего	на 1000 населения
Первоуральск	2,0	12	1,24
Ревда	2,6	39	7,20
Кировград	5,0	117	89,24
Красноуральск	3,4	21	12,82
Верхняя Пышма	2,3	3	0,76
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	3,1	192	8,73
<i>Итого по 14 экологически неблагоприятным городам</i>	2,7	659	5,26

с предприятиями медной промышленности прогнозируется 711 случаев злокачественных новообразований (в основных промышленных городах области — 7265 случаев). Вклад техногенного загрязнения среды обитания в городах с развитой медной промышленностью в показатель популяционного риска, характеризующий область в целом — 9,8%. В обеих сравниваемых группах территорий величины суммарного индивидуального канцерогенного риска находятся в одном диапазоне [3].

В табл. 7 показаны результаты характеристики риска для здоровья населения в связи с многосредовым воздействием кадмия.

Таблица 7

Прогнозируемое количество случаев токсического поражения почечных канальцев в связи с многосредовым воздействием кадмия

Город	Число	на 1000 населения
Первоуральск	3676	26,4
Ревда	1775	26,6
Кировград	6005	284,7
Красноуральск	1795	52,1
Верхняя Пышма	1519	34,9
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	14 770	48,4
<i>Итого по 14 экологически неблагополучным городам</i>	139 468	59,5

В рассматриваемых пяти городах с предприятиями медной промышленности прогнозируется 14 770 случаев токсического поражения почечных канальцев у населения, что составляет 10,6% от аналогичного показателя в основных промышленных городах области (139 468 случаев). Интенсивный показатель прогнозируемой заболеваемости населения, проживающего в рассматриваемых пяти городах (48,4 на 1000 населения), не превышает аналогичную величину, характеризующую Свердловскую область в целом (59,5 на 1000 населения).

Выводы. 1. Установлен значимый вклад техногенного загрязнения среды обитания в городах с развитой медной промышленностью в индивидуальный риск для здоровья населения в определение дополнительной смертности в связи с ингаляционным воздействием диоксида серы, задержки психического развития детей дошкольного возраста от многосредовой экспозиции свинца и возникновения злокачественных новообразований при многосредовом поступлении в организм химических канцерогенов. 2. Материалы и результаты исследования подтверждают целесообразность проведения медицинской реабилитации экологически обусловленного здоровья населения, проживающего в неблагоприятных условиях, а также необходимость нормативно-правового регулирования вопроса о возможности обязательного и добровольного его страхования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: МУ 2.1.7.730–99. — М., 1999. — 21 с.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2014 г.». — Екатеринбург, 2015. — 252 с.

3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий: ОНД–86. — Л., 1987. — 96 с.

4. Методические указания по расчету осредненных за длительный период концентраций выбрасываемых в атмосферу вредных веществ. — СПб., 2005. — 17 с.

5. Методология оценки риска загрязнения среды обитания для здоровья населения. — М., 1999. — 63 с.

6. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических загрязнителей пищевых продуктов на население: МУ 2.3.7.2519–09. — М., 2009. — 26 с.

7. Оценка риска как инструмент социально-гигиенического мониторинга / Б.А. Кацнельсон, Л.И. Привалова, С.В. Кузьмин и др. — Екатеринбург, 2001. — 244 с.

8. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920–04. — М., 2004. — 143 с.

REFERENCES

1. Hygienic evaluation of soils quality in settlements: MU 2.1.7.730–99. — Moscow, 1999; 21 p (in Russian)
2. Governmental report «On state of sanitary epidemiologic well-being of population in Sverdlovsk region in 2014». — Yekaterinburg, 2015. — 252 p. (in Russian).
3. Method to calculate air concentrations of chemical hazards in industrial releases: OND–86. — Leningrad, 1987. — 96 p. (in Russian).
4. Methodic recommendations on calculation of chemical hazards concentrations, released into atmosphere and averaged through long periods. — St-Petersburg, 2005. — 17 p. (in Russian).
5. Methodology of evaluating risk of environmental pollution for public health. — Moscow, 1999. — 63 p. (in Russian).
6. Measurement of exposure and evaluation of risk caused in population by influence of chemicals polluting foods: MU 2.3.7.2519–09. — Moscow, 2009. — 26 p. (in Russian).
7. B.A. Katsnel'son, L.I. Privalova, S.V. Kuz'min, et al. Risk evaluation as an instrument of social hygienic monitoring. — Yekaterinburg, 2001. — 244 p. (in Russian).
8. Manual on evaluating public health risk under exposure to chemicals polluting environment: R 2.1.10.1920–04. — Moscow, 2004. — 143 p. (in Russian).

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Гурвич Владимир Борисович (Gurvich V.B.),
дир. ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: gurvich@ymrc.ru.
- Корнилов Алексей Сергеевич (Kornilov A.S.),
зав. отд. СГМ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской обл., канд. мед. наук. E-mail: kornilov_as@66.rosпотребнадзор.ru.
- Привалова Лариса Ивановна (Privalova L.I.),
зав. лаб. научных основ биологической профилактики ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: privalova@ymrc.ru.
- Лаврентьев Алексей Николаевич (Lavrent'ev A.N.),
зам. гл. вр. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской обл.». E-mail: lavrentev_an@66.rosпотребнадзор.ru.
- Ярушин Сергей Владимирович (Yarushin S.V.),
зав. лаб. СГМ и управления риском ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора. E-mail: sergeyy@ymrc.ru.