

*A. S. Ogudov<sup>1\*</sup>, O. A. Savchenko<sup>1\*</sup>, E. A. Maymanova<sup>2</sup>*

## **Заболеваемость детского населения как показатель качества окружающей среды горно-промышленных регионов**

<sup>1</sup> ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: ogudov.tox@yandex.ru

**Аннотация.** Оценена специфика общей заболеваемости детей и подростков от 0 до 14 лет в связи с загрязнением окружающей среды в горно-промышленном регионе Западной Сибири. Характер и степень загрязнения объектов окружающей среды оценивали по результатам исследования содержания токсичных элементов в воде поверхностных водоемов культурно-бытового водопользования, источников питьевого водоснабжения, объектов инфраструктуры, атмосферном воздухе и почвах. Определен перечень приоритетных токсикантов (соединения сурьмы, мышьяка, марганца, цинка и меди), создающих опасность для здоровья детского населения, с момента рождения проживающего в ореоле загрязнения. Диагностирован повышенный риск обращаемости за медицинской помощью в период раннего детства, установлены болезни риска и диапазоны величин риска для актуальных нозологических форм и классов заболеваний. Полученная по результатам исследования информация позволяет дополнить существующие методические подходы к эколого-гигиенической диагностике химического фактора в горно-промышленных регионах.

**Ключевые слова:** горно-промышленный регион, техногенная биогеохимическая провинция, экологически зависимая патология детского возраста, оценка риска

*A. S. Ogudov<sup>1\*</sup>, O. A. Savchenko<sup>1\*</sup>, E. A. Maymanova<sup>2</sup>*

## **Morbidity among children as an indicator of environmental quality in mining regions**

<sup>1</sup>Federal Budgetary Institution “Novosibirsk Research Institute of Hygiene” of Rospotrebnadzor,  
Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: ogudov.tox@yandex.ru

**Abstract.** The general morbidity of children from 1 to 14 years of age due to environmental pollution in the mining and industrial region of Western Siberia was assessed. The nature and degree of pollution of environmental objects was assessed based on the results of a study of the content of toxic elements in the water of surface reservoirs of cultural and domestic water use, sources of drinking water supply, tailings, atmospheric air and soils. A list of priority toxicants (compounds of antimony, arsenic, manganese, zinc and copper) that pose a health hazard to the child population living in the territory of a man-made biogeochemical anomaly has been determined. An increased risk of children seeking medical help during early childhood was diagnosed, risk diseases and ranges of risk values for current nosological forms and classes of diseases were established. The information obtained from the results of the study allows us to supplement existing methodological approaches to environmental and hygienic diagnostics of the chemical factor in mining regions.

**Keywords:** mining and industrial region, technogenic biogeochemical province, environmentally dependent pathology of childhood, risk assessment

### ***Введение***

В структуру территориально-производственных комплексов (ТПК), складывающихся в период индустриализации Сибирского региона, входили инфраструктурные объекты и населенные пункты, селитебные зоны которых в определенных случаях становились составной частью ореолов загрязнения [1]. В современной постиндустриальной фазе развития горно-промышленных регионов, специфика загрязнения объектов окружающей среды заключается в значительных площадях техногенно-нарушенных территорий и объемах горных отходов, превышающих 100 млрд. тонн [2, 3]. К группе наиболее опасных относятся отходы добычи и обогащения сульфидных руд цветных и благородных металлов, которые, в случае отсутствия эффективных технологий переработки размещающиеся на хвостохранилищах, представляющих собой комплекс гидротехнических сооружений [4]. Даже выведенные из эксплуатации после завершения разработки месторождений, сульфидсодержащие хвостохранилища остаются источниками загрязнения атмосферы и почвенных вод специфичными комплексами токсичных элементов [5, 6, 7]. Теоретический анализ литературных источников подтверждает, что многие объекты инфраструктуры прекративших хозяйственную деятельность горно-промышленных предприятий являются активными источниками миграции с воздушными и водными потоками тяжелых металлов (Pb, Zn, Cu, Cd, Ni, Cr, Co, Be, V) и металлоидов (As, Sb, Se, B, Te), представляющих опасность для среды обитания и здоровья населения [8, 9]. Однако в доступной литературе сведения, касающиеся рисков многосредового воздействия на население комплекса токсичных элементов, выделяющихся в постэксплуатационной стадии горнорудного техногенеза в окружающую среду из объектов размещения отходов переработки сульфидных руд, отсутствуют. Это определяет актуальность комплексной оценки техно-биогеохимических провинций и заболеваемости детского населения, проживающего в ореолах вредного воздействия, с выделением групп риска, индикаторных нозологических форм и классов болезней.

Целью исследований являлось получение научно обоснованных представлений об опасности для здоровья населения токсичных элементов, выделяющихся на постэксплуатационной стадии горнорудного техногенеза в окружающую среду из объектов размещения отходов переработки сульфидных руд для формирования информационной основы средозащитных мероприятий и оценки риска здоровью населения.

### ***Методы и материалы***

Эколого-гигиеническую оценку загрязнения объектов окружающей среды (атмосферный воздух, водоемы культурно-бытового водопользования, источники питьевого водоснабжения, техногенные объекты, почвы) в п.г.т. Комсомольск проводили по данным мониторинга Центра гигиены и эпидемиологии в

Кемеровской области за три года. Анализу подвергнуто содержание токсичных элементов (As, Mn, Hg, Cr, Pb, Zn, Cu, Cd, Ni) в пробах атмосферного воздуха, воды и почвы, полученных с помощью общепринятых и унифицированных методов. Изучение заболеваемости детского населения от 0 до 14 лет, с момента рождения проживающего в ореоле загрязнения, проводили по данным обращаемости за медицинской помощью за 5 лет. Осуществлена выкопировка сведений из 150 медицинских карт детей и подростков (форма № 025/у), проживающих на различных расстояниях от объектов производственной инфраструктуры бывшего Комсомольского золотоизвлекательного завода.

### ***Результаты***

Анализ результатов исследований загрязнения атмосферного воздуха на различных территориях п.г.т. Комсомольск повышенных уровней содержания токсичных элементов не зафиксировал. Концентрации свинца, кадмия и ртути в атмосферном воздухе регистрировались существенно ниже величин их ПДК на уровнях 0,00002, 0,00002 и 0,0001 мг/м<sup>3</sup>. Анализ результатов исследований водотоков в местах размещения выведенных из эксплуатации объектов производственной инфраструктуры показал, что загрязнение воды близлежащей реки мышьяком, марганцем и ртутью существенно нарастает по её течению. В частности, выше промплощадки бывшего золотоизвлекательного завода в воде р. Воскресенка концентрации мышьяка, марганца и ртути достигали 0,010, 0,097 и 0,00008 мг/дм<sup>3</sup>, ниже промплощадки составляли соответственно 0,014, 0,250 и 0,0003 мг/дм<sup>3</sup>. К источникам загрязнения реки мышьяком и кадмием относится дренажный ручей очистного пруда, ниже впадения, которого максимальная концентрация мышьяка в воде возрастала на порядок, кадмия – превышала величину ПДК в 1,4 раза. Существенный вклад в загрязнение р. Воскресенка вносили второй пруд, имеющий гидравлическую связь с рекой и гидроотвал. Исследования проб воды из пруда выявили повышенное содержание мышьяка и марганца, уровни которых превышали величины ПДК соответственно в 2,3 и 9 раз [10]. В пробах воды из техногенного озера обнаружено повышенное содержание мышьяка и сурьмы (соответственно в 6 и 96 раз выше ПДК). Повышение содержания мышьяка и марганца в пробах воды, отобранных из ряда трубчатых колодцев п.г.т. Комсомольск, которые используются населением (соответственно в 1,3–1,9 и 1,5 раза выше ПДК), подтверждает вероятность их переноса инфильтрационными водами, дренирующими поверхностные водные объекты. По результатам анализа химического состава воды из шести скважин п.г.т. Комсомольск, максимальные концентрации мышьяка, железа, бериллия и ртути в ряде проб приближались к ПДК, концентрации других исследуемых элементов регистрировались существенно ниже ПДК. Дополнительно к этому, на загрязнённых территориях химические элементы способны к накоплению в поверхностных слоях почвы, что приводит к изменению химических и физико-химических свойств субстрата [11]. По результатам исследований, содержание химических элементов в почве на различных расстояниях от хвостохранилища бывшего золотоизвлекательного завода характеризует зональность загрязнения. Повышенное содержание меди и

цинка, превышавшее ОДК на расстоянии от источника 250 м соответственно в 1,3 и 1,4 раза, отражает ветровой перенос вещества. При этом максимальные концентрации свинца, кадмия, никеля и марганца по отношению к нормативным величинам составляли соответственно 30,9, 27,5, 71,5 и 64,6 % [10]. В соответствии с «Санитарно-эпидемиологическими требованиями к качеству почвы и грунтов», категория загрязнения почв в радиусе 250 м от хвостохранилища оценивается как умеренно опасная (по содержанию меди и цинка), на других расстояниях как допустимая. Изучение содержания токсикантов в почве вблизи водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования обнаружило, что в ряде проб почвы максимальные концентрации цинка и никеля приближались к величинам гигиенических нормативов. Обобщение результатов исследований объектов окружающей среды в исследуемом районе позволяет констатировать риск многосредового воздействия токсичных элементов на население. Многокомпонентный характер загрязнения объектов окружающей среды вызывает необходимость изучения состояния здоровья населения для обоснования приоритетных гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий.

К одному из наиболее восприимчивых показателей, отражающих изменение качества окружающей среды, относится состояние здоровья детей и подростков [12, 13]. Риск негативного влияния на организм ребенка в условиях длительного воздействия вредных веществ создаётся уже в подпороговых концентрациях и проявляется увеличением распространенности хронических болезней органов дыхания и пищеварения, аллергических заболеваний, болезней крови и вторичных иммунодефицитов [14, 15].

Анализ общей заболеваемости детей и подростков, проживающих в п.г.т. Комсомольск с момента рождения, показал, что уровень среднегодовой обращаемости за 5 лет (2633 на 1000 детей) примерно на 30 % превышает региональный показатель (табл.). С учетом возрастных групп и классов болезней по МКБ 10 риск оценивался в значениях от 0 (12 случаев) до более 2000 в расчёте на 1000 (менее 3 случаев).

*Таблица 1*

Показатели заболеваемости детей и подростков различных возрастных групп, проживающих в п. Комсомольск (на 1000 детей)

Классы болезней	Возрастные периоды					
	Грудной возраст	Раннее детство	Первое детство	Второе детство	Подростковый возраст	Всего
Болезни органов дыхания	1742	3058	2426	1789	750	2079
Заболевания кожи и п/к клетчатки	193	211	129	140	0	142
Инфекционные болезни	129	154	93	157	94	128

Классы болезней	Возрастные периоды					
	Грудной возраст	Раннее детство	Первое детство	Второе детство	Подростковый возраст	Всего
Болезни системы пищеварения	64	19	37	53	94	49
Болезни уха	0	115	37	17	0	39
Болезни крови	97	77	0	0	0	31
Болезни системы кровообращения	32	0	0	35	125	31
Психические расстройства	0	19	37	53	94	39
Болезни нервной системы	32	0	37	17	156	39
Прочие болезни	129	0	370	0	187	53
Общая заболеваемость	2419	3654	2833	2263	1500	2633

При оценке влияния загрязнения окружающей среды, для выявления групп риска используется биологическая возрастная периодизация, включающая периоды грудного возраста (10 дней - 1 год), раннего детства (1-3 года), первого детства (4 года - 7 лет), второго детства (мальчики 8-12 лет, девочки 8-11 лет) и подросткового возраста (мальчики 13-16 лет, девочки 12-15 лет). Из таблицы видно, что в периоде раннего детства уровень общей заболеваемости по отношению к показателю подросткового возраста выше в 2,4, второго детства - в 1,6, грудного возраста – в 1,5, в первого детства – в 1,3 раза. Расчеты показали, что наиболее высокий риск возникновения болезней кожи и подкожной клетчатки, уха и сосцевидного отростка приходился на период раннего детства, инфекционных и паразитарных болезней – на период второго детства. В периоде раннего детства риск возникновения болезней кожи и подкожной клетчатки по отношению к периоду грудного возраста выше в 1,1 раза, к периоду первого детства – в 1,6, к периоду второго детства – 1,5. В периоде второго детства риск возникновения инфекционных и паразитарных болезней выше, чем в грудном возрасте в 1,2, первого детства и подросткового возраста - в 1,7 раза. Наиболее высокий риск возникновения болезней крови (за счет анемий) создается в периоде грудного возраста и раннего детства, что согласуется с данными научной литературы [16]. Риск возникновения болезней нервной системы, системы кровообращения и пищеварения, психических расстройств и прочих болезней выше в подростковом возрасте. Это объясняется тем, что в зонах влияния химического фактора с возрастом хроническая патология превалирует над функциональными нарушениями [17]. Одной из причин её хронизации является недостаточная адаптация организма ребенка к длительному воздействию химического фактора [18]. Активация патологических процессов в сочетании с недостаточностью саногенетических процессов в периоды интенсивного роста и развития детей определяла

асимметричный характер распределения частот ряда заболеваний. В частности, распределения частот общей заболеваемости, ОРВИ, бронхита, ринита, анемии, стрептодермии в разных возрастах среди детей и подростков при графическом отображении соответствовали положительной правосторонней асимметрии, имеющей отчетливую «вытянутость» вправо. На популяционном уровне, выявленная закономерность подтверждает превалирование патологических процессов над саногенетическими, на индивидуальном уровне – высокий риск развития ряда заболеваний. Распределение частот заболеваемости ангинами в зависимости от возраста детей и подростков соответствовало отрицательной левосторонней асимметрии, что графически отображается наличием «вытянутости» влево. Применительно к популяционному уровню, это указывает на преобладание саногенетических процессов над патологическими, к индивидуальному уровню – на повышение устойчивости организма к негативным воздействиям. По мере увеличения возраста детей (сроков воздействия) диагностировано повышение риска распространенности ангин. Распределение частот общей заболеваемости аллергическим дерматитом, обструктивным бронхитом, гастритом, тонзиллитом и острыми кишечными инфекциями являлось мультимодальным. Это согласуется с данными литературы, свидетельствующими о том, что увеличение частот встречаемости в структуре общей заболеваемости детей хронического тонзиллита, аллергических и инфекционных заболеваний является вероятным проявлением экологически зависимой патологии [19, 20]. Общая закономерность изменения распределения частот данной патологии с возрастом графически выражается в колебательной кривой, что на популяционном уровне отражает формирование механизмов компенсации. Основную долю в структуре заболеваемости (по обращаемости) занимали болезни органов дыхания (50,0-85,62%), главным образом за счет высокой частоты распространения ОРВИ. С возрастом выявлена тенденция к увеличению доли болезней нервной системы, системы кровообращения, психических расстройств и тенденция к снижению доли болезней органов дыхания, болезней уха и сосцевидного отростка, болезней крови.

### *Заключение*

Таким образом, актуальной эколого-гигиенической проблемой для горно-промышленных регионов Сибири на современной постэксплуатационной стадии горнорудного техногенеза являются специфические техно-биогеохимические провинции. В сложившихся условиях перенос токсичных элементов происходит под воздействием ветровой эрозии, поверхностными водными потоками и инфильтрационными водами, дренирующими водные объекты искусственного происхождения. Геохимические поля концентрирования элементов возникают в поверхностных водных объектах, колодцах и почве в местах размещения выведенных из эксплуатации объектов производственной инфраструктуры. Наибольшую опасность для здоровья детского населения из всех анализируемых элементов представляют мышьяк, сурьма, марганец, медь и цинк, концентрации которых в пробах воды и почвы превышали нормативные. В результате изучения обращаемости за медицинской помощью получены данные об уровне, характере и

структуре заболеваемости детей и подростков различных возрастных групп, проживающих в ореоле воздействия. Выявлен повышенный риск обращаемости за медицинской помощью, определены болезни риска и группы риска. Показано, что удельный вес в структуре общей заболеваемости ОРВИ, бронхита, ринита, анемии, стрептодермии и ангина может служить проявлением экологически зависимой патологии. Результаты проведенных исследований и комплексная оценка загрязнённых территорий предполагается использовать при проведении медицинских осмотров и разработке мер вторичной и третичной профилактики. Ожидаемая эффективность данных мероприятий предусматривает снижение общей заболеваемости детей, проживающих в п. Комсомольск, до 30 %.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Добринский А.А., Косибород Н.Р., Пивкин В.М., Трофимович Е.М. Гигиенические основы решения территориальных проблем (на примере КАТЭКа). – Новосибирск: Наука, 1987. - 256 с.
2. Тагаева Т.О., Гильмундинов В.М., Казанцева Л.К. Проблема накопления отходов в отраслях добывающей промышленности РФ // ЭКО. -2019. - № 9. - С. 117-131.
3. Колесник Г.В., Меркулина И.А. Концепция обращения с отходами производства и потребления на основе экономики замкнутого цикла // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. - 2019. - Т. 15. - Вып. 11. - С. 1984–2000.
4. Бортникова С.Б., Гаськова О.Л., Бессонова Е.П. Геохимия техногенных систем. - Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006. - 169 с.
5. Амосов П.В., Бакланов А.А., Маслобоев В.А. Результаты оценки загрязнения атмосферы при пылении хвостохранилища (на базе трехмерного моделирования) // Известия вузов. Горный журнал. – 2017. - № 6. – С. 87.
6. Бортникова С.Б., Девятова А.Ю., Шевко Е.П., Гаськова О.Л., Еделев А.В., Огудов А.С. Перенос элементов в газоаэрозольной фазе из отвалов Комсомольского золотоизвлекательного завода (Кемеровская обл.) // Химия в интересах устойчивого развития. – 2016. – Т. 24. – № 1. – С. 11-22.
7. Бортникова С.Б., Девятова А.Ю., Юркевич Н.В., Еделев А.В. Атмосферная эмиссия ртути с поверхности Урского отвала (Кемеровская область) // Химия в интересах устойчивого развития. - 2023. - Т.31. - № 1. - С. 13-19.
8. Рафиков С.Ш., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Бактыбаева З.Б., Рахматуллина Л.Р. Влияние предприятий горнорудной промышленности на состояние окружающей среды и здоровье населения (обзор литературы). Медицина труда и экология человека. 2021; 3:62-75.
9. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том III. Неорганические и элементарноорганические соединения. Под ред. Н.В. Лазарева., И.Д. Гадаскиной. Л.: Химия, 1977. 608 с.
10. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 3.
11. Зайцева Н. В., Уланова Т. С., Плахова Л. В., Суетина Г. Н. Влияние полиметаллических загрязнений объектов окружающей среды на изменение микроэлементного состава биосред у детей // Гигиена и санитария. – 2004. – № 4. – С. 11–15.

12. Филиппов Е. С., Киклевич В. Т., Савилов Е. Д. Детские болезни и экология: Клинико-эпидемиологические исследования в Восточно-Сибирском регионе. – Новосибирск : Наука, 2001. – 192 с.
13. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов. - Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.
14. Лужецкий К. П. Методические подходы к управлению риском развития у детей эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов селитебных территорий // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 47–56.
15. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04.
16. Кузьмина Л.А. Гематология детского возраста: Учебное пособие / Л.А. Кузьмина. – Иркутск, 1998. – Ч. 1. – 220 с.
17. Антонова О.А. Возрастная анатомия и физиология / О.А. Антонова. – М.: Высшее образование, 2006. – 192 с.
18. Челноков М.М., Колоколов А.Р., Сопрун О.И. Структура гастроэнтерологической заболеваемости среди детей, проживающих в районах экологического неблагополучия Астраханской области // Педиатрия. – 1998. – №1. – С. 41–42.
19. Гичев Ю. П. Экологическая обусловленность основных заболеваний и сокращения продолжительности жизни. – Новосибирск, 2000. – 90 с.
20. Григорьев П.А., Яковенко Э.П. Диагностика и лечение болезней органов пищеварения: Руководство / П.А. Григорьев, Э.П. Яковенко. – СПб, 1997. – 515 с.

© А. С. Огудов, О. А. Савченко, Е. А. Майманова, 2024